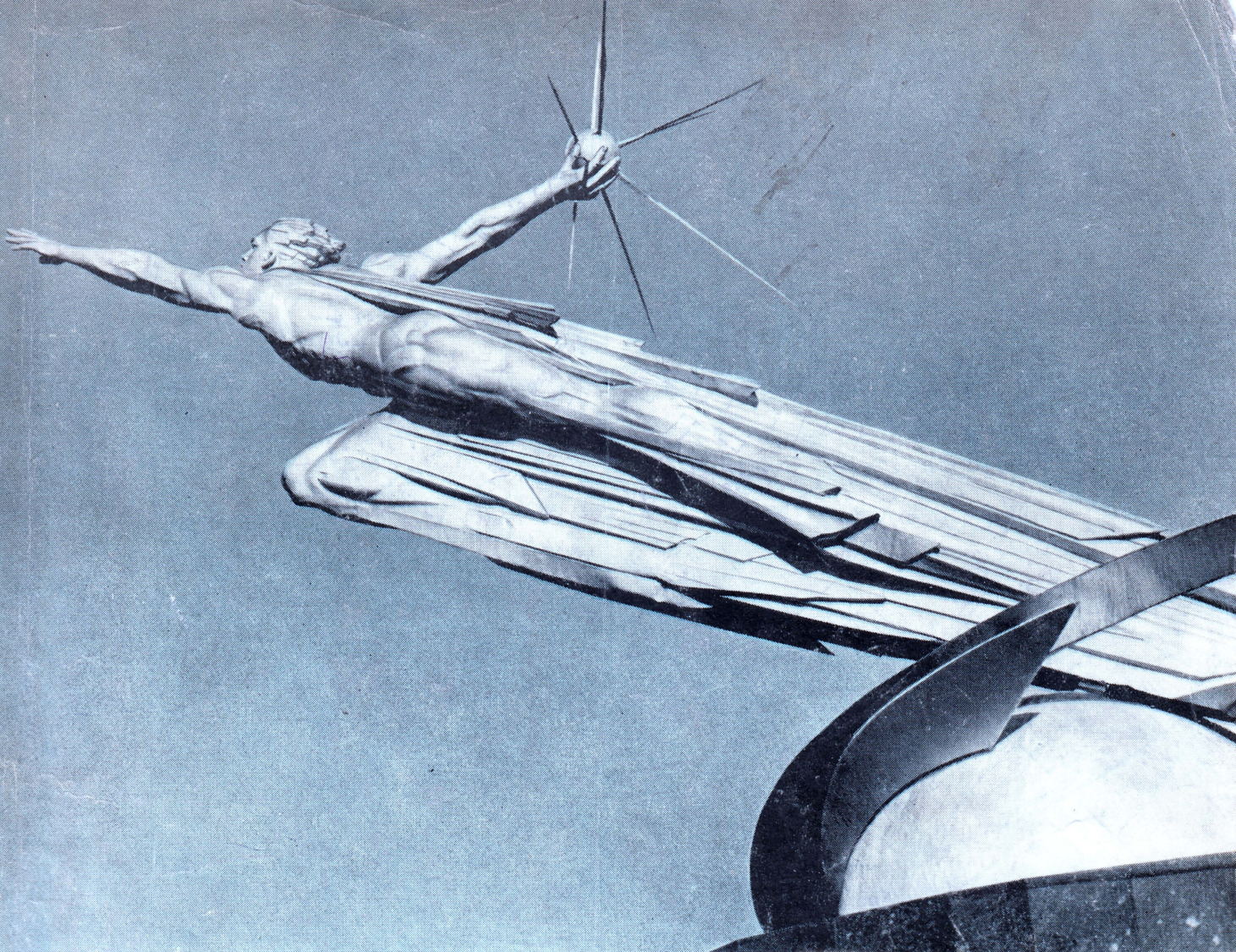




ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

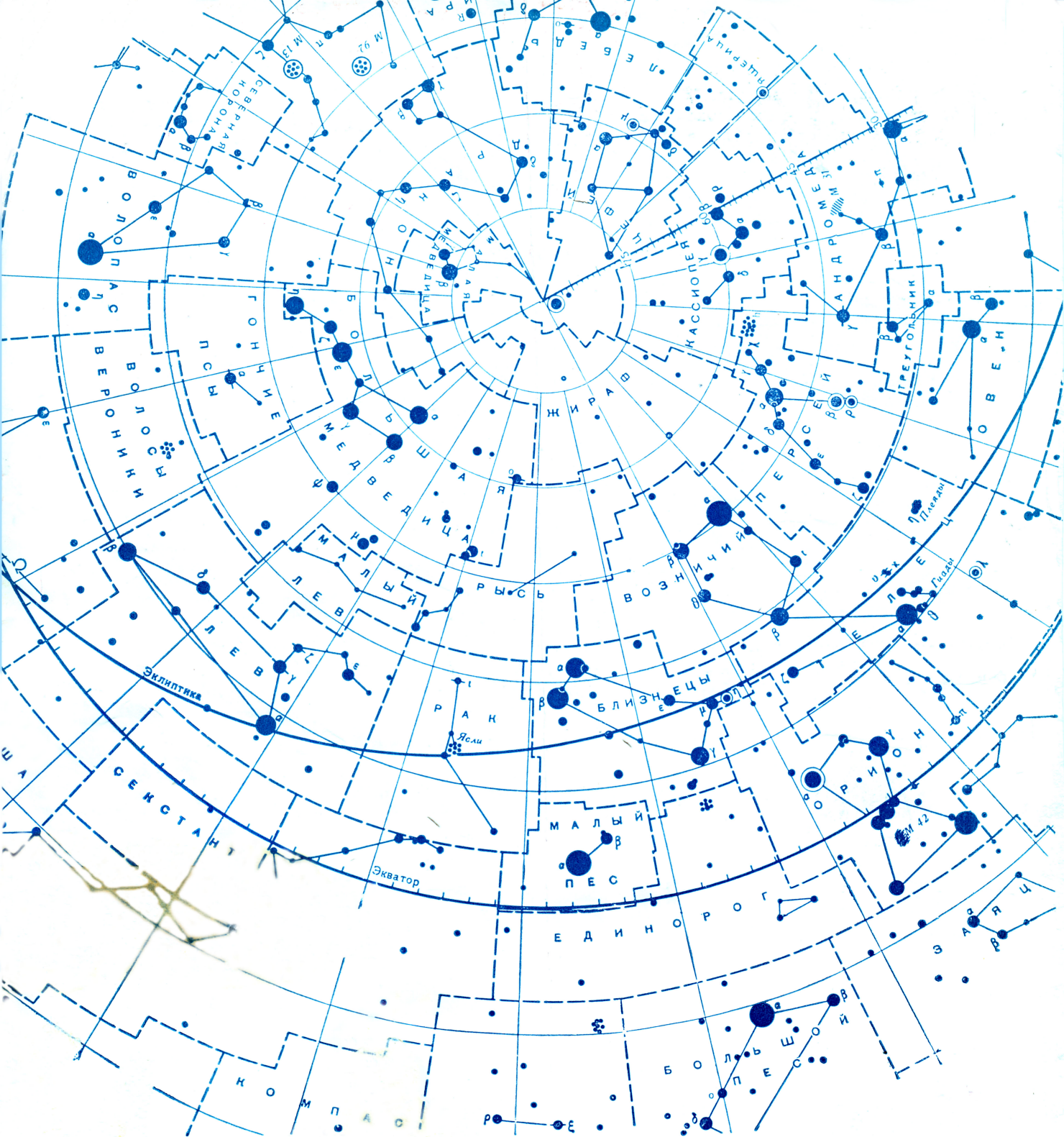
2

АСТРОНОМИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

1965



Март 1965

Видимость планет

Меркурий — вечерняя видимость [созвездие Рыбы].
 Марс — хорошо виден почти всю ночь [созвездие Льва]
 Юпитер — хорошая вечерняя видимость [созвездие Тельца]
 Уран — доступен наблюдениям в бинокль почти всю ночь [созвездие Льва]

ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

Научно-популярный журнал
Академии наук СССР



МАРТ — АПРЕЛЬ

1965

ГОД ИЗДАНИЯ ПЕРВЫЙ

В НОМЕРЕ

Человек выходит в космический океан	2
Ю. Д. Буланже — Изменяется ли сила тяжести во времени!	7
Ян Оорт — Строение и эволюция Галактической системы	14
Ю. Н. Ефремов — Жизнь звезд	23
Г. Г. Воробьев — Тектиты — Земля или Космос?	32
В. П. Селезнев — Штурманы Вселенной	39
А. Д. Урсул — Освоение космоса и прогресс общества	46

ЛЮДИ НАУКИ

В. А. Шишаков — Павел Карлович Штернберг	50
--	----

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

И. А. Хвостиков — Ученые обсуждают вопросы общей циркуляции атмосферы	55
Б. А. Воронцов-Вельяминов — Проверка космологических теорий наблюдениями	60
Г. С. Царевский — Переменные звезды и звездная эволюция	63

ДИСКУССИИ, ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В. А. Бронштэн — Спутники Марса — какие они!	67
--	----

ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ

К. А. Порцевский — В звездных залах страны	70
Отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества обмениваются опытом	74
М. М. Шемякин — Совещание строителей самодельных телескопов	76
М. М. Дагаев — Первые лауреаты премий Всесоюзного астрономо-геодезического общества	78
Г. И. Салова — «Загадки Вселенной»	81

ПОГОДА НАШЕЙ СТРАНЫ

В. Г. Шишков — Весна	84
--------------------------------	----

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

В. М. Русанов — Проект всемирного календаря небезупречен	88
--	----

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

Я. Б. Гуревич — Советские почтовые марки 1964 г.	90
--	----

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

В. К. Низковский — Новые горизонты науки	93
Книги 1965 года	95

На обложке: 1-я стр. — «В космос». Скульптурная композиция Г. Постникова. Фото АПН

2-я и 3-я стр. — Карты вечернего звездного неба (15 марта и 15 апреля)

4-я стр. — Антенна радиотелескопа, установленного близ Бюраканской астрофизической обсерватории Академии наук Армянской ССР. Фото А. Экекян (АПН)

На вклейке — карта вечернего звездного неба (15 мая).

ЧЕЛОВЕК ВЫХОДИТ В КОСМИЧЕСКИЙ ОКЕАН

В апреле нынешнего года отмечается четырехлетие со дня первого полета человека в космическое пространство.

Этому полету предшествовала длительная и всесторонняя научно-техническая подготовка. С помощью искусственных спутников Земли, космических ракет и межпланетных автоматических станций наука получила ценнейшие сведения об околоземном и межпланетном про-

странстве. Исследованы условия жизни в космосе, возможности пребывания человека в невесомости, влияние на организм ряда специфических условий, связанных с космическим полетом. Детальный анализ полученных экспериментальных данных позволил сделать вывод о возможности полета человека в космическое пространство.

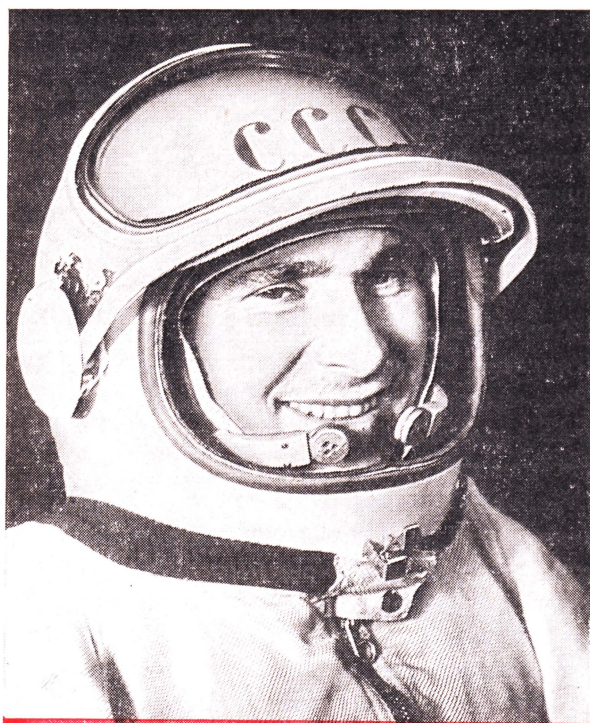
И вот наступил день, когда человек, порвав пути земного тяготения, впервые поднялся в космос. Это сделал гражданин нашей страны — Юрий Алексеевич Гагарин. 12 апреля 1961 г. на корабле «Восток» он совершил орбитальный полет вокруг Земли. Несравненный подвиг нашего героя-космонавта — это научно-технический подвиг всего советского народа, достигшего больших высот на победном пути к коммунизму. День 12 апреля стал отмечаться в нашей стране как День космонавтики, день крупнейшей победы человечества над силами природы.

Не прошло и четырех месяцев после полета Ю. А. Гагарина, как второй герой космоса — Г. С. Титов блестяще завершил суточный орбитальный полет, сделав 17 витков вокруг Земли. В следующем, 1962 г. последовал групповой многосуточный полет А. Г. Николаева и

Летчики-космонавты СССР Г. С. Титов, Б. Б. Егоров, П. Р. Попович, К. П. Феоктистов, В. В. Николаева-Терешкова, Ю. А. Гагарин, А. Г. Николаев, В. М. Комаров и В. Ф. Быковский

Фото А. Моклецова (АПН)





Летчик-космонавт СССР
Павел Иванович Беляев

П. Р. Поповича. А через год в совместный полет вышли В. Ф. Быковский и первая в мире женщина-космонавт В. В. Николаева-Терешкова.

Так, этап за этапом в шести рейсах советских космонавтов на кораблях типа «Восток» и в полетах американских космонавтов на кораблях типа «Меркурий» приобретался опыт космических полетов, добывались уникальные научные данные. Вместе с тем накапливались факты, на основе которых разрабатывались мероприятия, гарантирующие безопасность длительных космических рейсов с участием в них коллективов ученых.

В октябре минувшего года такой рейс состоялся. Отважный экипаж космического корабля «Восход» в составе командира — инженера-исследователя В. М. Комарова и научных работников — кандидата технических наук К. П. Феоктистова и врача Б. Б. Егорова сделал важный шаг в исследовании и освоении космического пространства.

Спустя полгода мир узнал о новом научно-техническом достижении советских людей: на космическую орбиту вышел «Восход-2», пилотируемый экипажем в составе командира корабля — летчика-космонавта Павла Ивановича

Беляева и второго пилота — летчика-космонавта Алексея Архиповича Леонова. В ходе полета А. А. Леонов в специальном скафандре с автономной системой жизнеобеспечения под руководством и наблюдением командира экипажа совершил выход в космическое пространство, удалился от корабля на расстояние до пяти метров, успешно провел комплекс намеченных исследований и наблюдений и благополучно возвратился в корабль.

Эксперимент А. А. Леонова — самое выдающееся событие в истории исследования и освоения космического пространства после исторического рейса Юрия Гагарина. Впервые человек оказался практически в полном вакууме. Его движения не были стеснены кабиной. Не имея никакой опоры и находясь в состоянии невесомости, летчик-космонавт совершил ряд целенаправленных движений и рабочих операций, за которыми с захватывающим вниманием и интересом следили миллионы советских и зарубежных телезрителей.

Восьмой рейс советских космонавтов открыл новый этап в освоении космического пространства. Теперь доказано, что человек может работать вне кабины корабля, в открытом кос-



Летчик-космонавт СССР
Алексей Архипович Леонов

мосе. Это очень важно для развития космонавтики. Ведь летчикам-космонавтам придется в полете осуществлять непосредственный контроль за наружной оболочкой корабля и укрепленными на ней приборами. Космические монтажники должны на орбите собирать по частям космические станции, проверять сцепление или стыковку сближающихся друг с другом космических летательных аппаратов. Экипажам кораблей и персоналу научных станций придется в космосе переходить из одного корабля в другой, с одной станции на другую.

Смелый эксперимент, выполненный летчиками-космонавтами,— главная, но не единственная особенность восьмого рейса советских космических кораблей. Важно и то, что в полете «Восхода-2» ориентировка летательного

аппарата и включение его тормозной двигательной установки на спуск с орбиты проводились экипажем вручную. В результате получен серьезный опыт автономного управления и навигации космического корабля. В этом полете в широком объеме продолжались также научно-технические и медико-биологические исследования, так успешно начатые Юрием Гагариным.

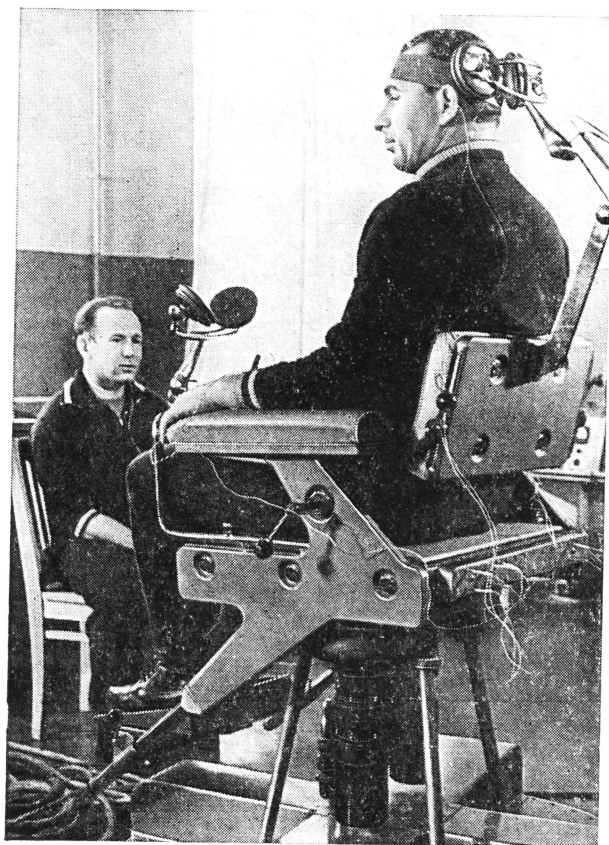
Тщательный анализ материалов космической экспедиции «Восхода-2» позволит сформулировать выводы, имеющие принципиальное значение для дальнейшего освоения космического пространства.

Человек открыл дверь во Вселенную. Он начал работать непосредственно в космическом пространстве. Ученым стали доступны не только телеметрические записи приборов, колонки сухих, бесстрастных цифр. Ученые получают возможность путем живого восприятия событий и явлений, путем непосредственных наблюдений вести космические исследования, тут же анализировать их, делать выводы и обобщения, а в случае необходимости в ходе полета изменять или совершенствовать программу наблюдений.

Широкие перспективы открываются перед астрономами и геофизиками. Без помех, создаваемых атмосферой, астрономы смогут наблюдать Луну, планеты, Солнце, далекие звезды. Геофизики непосредственно с борта космического корабля смогут изучать явления, развертывающиеся в верхней оболочке Земли. Появятся хорошие возможности для более точного прогнозирования физических процессов в атмосфере и в окосолнечном космическом пространстве, для распознавания тайны космических лучей и других явлений, знание которых так необходимо для проверки различных космологических теорий, для решения коренных философских вопросов, таких, как единство живой и неживой природы, как общие и специальные закономерности развития окружающего нас мира.

Впереди новые, более сложные задачи, новые научно-технические подвиги. Космический океан становится крупнейшей областью приложения человеческих знаний.

Члены экипажа космического корабля «Восход-2» во время тренировки вестибулярного аппарата.



Почти тридцать лет назад мне, как и многим моим сверстникам, всегда доставляло большую радость активно сотрудничать в выходившем тогда научно-популярном журнале «Мироведение». Помимо обзорных статей, посвященных наиболее интересным разделам астрономии и геофизики, нас всегда интересовал отдел новостей науки. В этом отделе систематически с большим мастерством, без лишних слов освещались самые разнообразные новости нашей науки. Мне от всего сердца хочется пожелать журналу «Земля и Вселенная» успеха в его работе. Особенно хочется, чтобы журнал сплотил вокруг себя активный коллектив молодых ученых, призванный своевременно, объективно и всесторонне освещать развитие нашей науки, широко используя получаемую со всего мира информацию. Мы живем в особо интересный период развития науки, особенно же астрономии и геофизики. Выход в космос, понимание многих явлений и процессов в мире «элементарных частиц», небывалое расширение экспериментальных возможностей астрономии и геофизики — все это вселяет уверенность, что перед журналом открываются неограниченные возможности в распространении научных знаний и интереснейшей информации.

Профессор Б. В. КУКАРКИН



НАШИ ИНТЕРВЬЮ

Редакция журнала «Земля и Вселенная» и Агентство печати «Новости» обратились к нескольким зарубежным астрономам с просьбой ответить на ряд вопросов в связи с выходом в свет нового научно-популярного журнала.

**Профессор Дональд МЕНЗЕЛ,
директор обсерватории Гарвардского
университета (США)**

Вопрос. Что бы вы хотели пожелать журналу «Земля и Вселенная»?

Ответ. Мне было очень интересно узнать, что в Советском Союзе выходит новый научно-популярный журнал «Земля и Вселенная». Каким бы я хотел его видеть? Наиболее сходным журналом этого типа, как мне кажется, является журнал «Скай энд Телескоп», вы-

пускаемый на английском языке обсерваторией Гарвардского университета (в США). Несомненно, что советские астрономы знакомы с этим журналом и его содержанием. В каждом его номере печатаются популярные статьи ведущих астрономов мира.

Примите мои наилучшие пожелания успехов вашему журналу. Мне хотелось бы использовать предоставленную возможность поздравить советских астрономов с выдающимися достижениями в науке, в исследовании космоса. Я надеюсь, что в будущем мы, совместно сотрудничая, сможем осуществлять исследования во всех областях астрономии.

НАШИ ИНТЕРВЬЮ

Вопрос. В чем, по вашему мнению, состоит наиболее ценный вклад, внесенный советскими учеными в изучение Вселенной за последние годы?

Ответ. Мне трудно выделить что-либо среди всех выдающихся достижений, которые сделаны советскими астрономами. Так как каждый старается говорить о наиболее знакомой ему области, то мне бы хотелось упомянуть работу Андрея Северного из Крымской астрофизической обсерватории, посвященную составлению карты магнитных полей в активных областях Солнца, а также его труды о связи между магнитными полями солнечных пятен и явлениями вспышек на Солнце. Хотел бы упомянуть также теоретические работы советских ученых Шкловского, Гинзбурга и Железнякова по теории радиосумов.

Теоретические работы профессора Шкловского в области радиоастрономии показались мне особенно интересными. Его интерпретация радиоисточников, обсуждение механизмов синхротронной радиации из космоса, представляется мне значительной. Можно упомянуть его теоретические предсказания о поляризации света, идущего от Крабовидной туманности, и подтверждение этого предвидения в горных обсерваториях Маунт Вилсон и Маунт Паломар.

Аналогичные работы провели доктор С. Б. Пикельнер по исследованию межзвездной среды и член-корреспондент Академии наук СССР Виталий Гинзбург по теме, касающейся магнитогидродинамики, объясняющей источники радиоволн и шумов Солнца. Также очень важной мне представляется работа Гинзбурга и Железнякова относительно солнечного радиоизлучения, объясненного с точки зрения плазменных волн Черенкова и не-теплового излучения солнечной короны под влиянием магнитных полей.

Выдающейся во многих отношениях является работа Виктора Амбарцумяна. Изучение звездных ассоциаций, которое он провел, оказало большое влияние на развитие астрономической науки. Очень интересна его последняя работа о неустойчивых явлениях в галактиках. Можно сказать, что Виктор Амбарцумян своей теорией о том, что галактика на какой-то ступени своего развития является неустойчивым точечным источником, предсказал открытия сверхзвезд с большой энергией. Все эти работы советского ученого дали толчок для развития представлений об эволюции Вселенной.

Вкладом советской науки в исследование космоса явилось получение фотографий обратной стороны Луны. Они представляют определенный интерес в том отношении, что показывают асимметричное строение Луны. В области исследования надо отдать должное выдающимся работам советских ученых в использовании спутников для изучения космоса.

Астрономы всего мира считают очень ценным для своей работы «Каталог переменных звезд», подготов-

ленный профессорами П. Паренаго, Б. Кукаркиным и другими.

«Каталог взаимодействующих и пекулярных галактик», составленный профессором Борисом Воронцовым-Вельяминовым, очень важен для астрономов, изучающих галактики, так как заставляет их постоянно помнить, что Вселенная не статична, а находится в изменении и развитии.

Что касается астрономического оборудования, то здесь советские астрономы занимают ведущее место. Их работы имеют международное значение. Особенно хочется остановиться на применении сервомеханизмов в оптических телескопах. Я высоко ценю работы Ю. А. Беляева, Н. Н. Михельсона, Ю. А. Сабинаина в этой области. Н. Н. Михельсон создал кроме того моделирующую систему вычислительной машины для компенсации атмосферной рефракции, а также провел работу в области создания металлической оптики. Интересны работы Г. Г. Горевой и Ю. А. Сабинаина по автоматическому выравниванию отклонений в телескопах.

После краткого обзора нескольких работ советских ученых мне кажется ясна важность увеличивающихся контактов с этими учеными, особенно через посредство «Программы по обмену». Мы надеемся, что программа обмена могла бы быть расширена, чтобы дать возможность молодежи, которая не была еще в США и в СССР, посетить эти страны.

Вопрос. Назовите важнейшие проблемы мироздания, которые стоят в наши дни перед наукой?

Ответ. Я отдал бы предпочтение работам в области исследования Солнца и астрофизики. Важно раскрыть природу взаимодействия Земли и Солнца. Я мог бы назвать много других областей наблюдательной астрономии, упомянув в особенности сверхзвезды, а также ряд других важных проблем, стоящих перед радиоастрономией.

Вопрос. Что вы можете сказать о создании научной лаборатории на Луне?

Ответ. Мне кажется, что самая важная задача, которую должна решить астрономическая наука, лежит в области космических исследований. Сюда входит установка на поверхности Луны научной обсерватории. Я считаю это вполне возможным. Задача может быть осуществлена тем быстрее, чем скорее будет установлено более тесное сотрудничество, без элементов пагубной конкуренции, между советскими и американскими учеными. Еще президент Кеннеди убеждал соединить наши огромные возможности и взяться за совместное исследование проблем, связанных с солнечной системой, проблем, которые можно разрешить при помощи земных обсерваторий и обсерваторий, запущенных на космических ракетах к дальним планетам.

ИЗМЕНЯЕТСЯ ЛИ СИЛА ТЯЖЕСТИ ВО ВРЕМЕНИ?

Ю. Д. БУЛАНЖЕ,
профессор

Нет, пожалуй, другой силы на Земле, с которой мы сталкивались бы так часто, как с силой тяжести. К ее существованию приспособлены живые организмы. Вся наша земная техника учитывает действие силы тяжести. Но этого мало. Величина ускорения силы тяжести — одна из важнейших физических констант, используемая во многих областях знания. Буква g , обозначающая ускорение силы тяжести, привычна физикам, наверно, не меньше, чем знаменитое π . Она встречается в формулах, описывающих качание маятника часов и свойства сейсмографов, скорость морских волн и мощность гидроэлектростанций... Особенно точное значение величины ускорения силы тяжести необходимо геодезистам, занятым изучением фигуры Земли, астрономам, изучающим движение близких к Земле небесных тел, специалистам, рассчитывающим траектории полетов искусственных спутников Земли, космических кораблей, ракет.

Поэтому естественно возникает вопрос, имеющий фундаментальное значение как для науки, так и для решения проблем прикладного характера: остается ли величина силы тяжести неизменной во времени? А если изменяется, то как?

ГИПОТЕЗЫ

В научной литературе неоднократно приводились данные, указывающие на значительные расхождения между определениями ускорения силы тяжести, повторенными в одной и той же точке через несколько лет. Иногда эти расхождения достигали столь больших величин, что их было трудно объяснить только ошибками измерений. Это давало повод некоторым авторам предполагать возможность значительных изменений силы тяжести во времени. Высказывались предположения о том, что сила

тяжести на поверхности Земли может медленно изменяться в результате тектонических движений земной коры или физико-химических процессов, протекающих в коре и подкоровом слое. Необходимые расчеты в этих гипотезах заменялись рассуждениями о перетекании в недрах Земли вещества с плотностью, отличной от плотности слоев, окружающих этот поток.

В последние годы появились предположения более общего характера. Стали говорить о расширении Земли и связанным с ним уменьшением силы тяжести. Венгерский ученый Барта считает, например, что наблюдаемое перемещение центра геомагнитного поля Земли связано с медленным перемещением больших, глубоко расположенных внутри Земли масс. Такое перемещение одновременно должно вызывать деформацию земного шара, а следовательно, и медленные изменения силы тяжести на земной поверхности. По расчетам автора этой гипотезы такие изменения в экваториальной зоне должны достигать вполне заметной величины. Была высказана и мысль об изменении с течением времени введенной Ньютоном константы всемирного тяготения.

Все эти соображения неизбежно остаются лишь гипотезами до тех пор, пока изменения силы тяжести не будут обнаружены экспериментально. Проведение же подобных экспериментов связано с очень большими трудностями, в первую очередь, с созданием аппаратуры исключительно высокой чувствительности и точности. Речь идет о необходимости измерять величины, составляющие миллионные и даже миллиардные доли от полной величины силы тяжести... Это все равно, что измерить длину метрового железного стержня с точностью до диаметра атома железа.

Поэтому для ответа на вопрос о постоянстве силы тяжести во времени прежде всего надо ясно себе представить накопленные к настоящему времени экспериментальные данные и те

технические возможности, которыми мы сейчас располагаем.

Изменения силы тяжести во времени можно разделить на три вида: периодические, вызываемые действием на Землю сил притяжения Луны и Солнца; нерегулярные, вызываемые местными, локальными явлениями, происходящими в земной коре или подкоровом слое; медленные вековые изменения, являющиеся результатом действия совокупности причин, определяющих развитие нашей планеты в целом.

Какие же имеются экспериментальные данные по этим трем видам возможных изменений силы тяжести?

Периодические вариации силы тяжести хорошо изучены. Разработана теория этого явления, и величину изменения силы тяжести можно предвычислить для любой точки земной поверхности с довольно большой точностью.

Упрощенно возникновение приливных вариаций можно представить так: ближняя к Луне (или Солнцу) часть Земли притягивается к ней сильнее, чем центр Земли, дальняя часть — слабее. Поэтому Земля деформируется, на ней вздуваются две волны длиной в пол-окружности Земли и максимальной высотой в несколько дециметров. Вращение Земли заставляет эти волны дважды в сутки обегать Землю. Приливные изменения силы тяжести при определенном положении светил на небе достигают на экваторе максимальной величины около 0,5 миллигала (т. е. половины одной миллионной доли всей величины ускорения силы тяжести; $1 \text{ гал} = 1 \text{ см/сек}^2$). К северу и к югу от экватора амплитуда приливных вариаций постепенно убывает и становится исчезающе малой на полюсах.

При определениях силы тяжести, например в разведочных целях, приливные изменения уже помеха. Их приходится учитывать, вводя в наблюдения соответствующие поправки, вычисляемые с помощью заранее составленных таблиц и графиков.

В последнее десятилетие благодаря очень большому повышению чувствительности гравиметров и автоматизации обработки их данных стало возможным широкое применение этих приборов для изучения приливных вариаций. Современные приборы позволяют регистрировать периодические изменения силы тяжести с точностью $\pm 0,3$ микрогала. Иначе говоря, новейшие гравиметры чувствуют изменение силы тяжести на величину в три раза меньшую, чем одна миллиардная доля всей величины.

Подобные приборы устанавливаются в самых различных районах — земного шара на специально для этой цели созданных обсерваториях. Сейчас на всех континентах мира их уже более 80. В ближайшее время такую станцию предполагается организовать даже в Антарктиде.

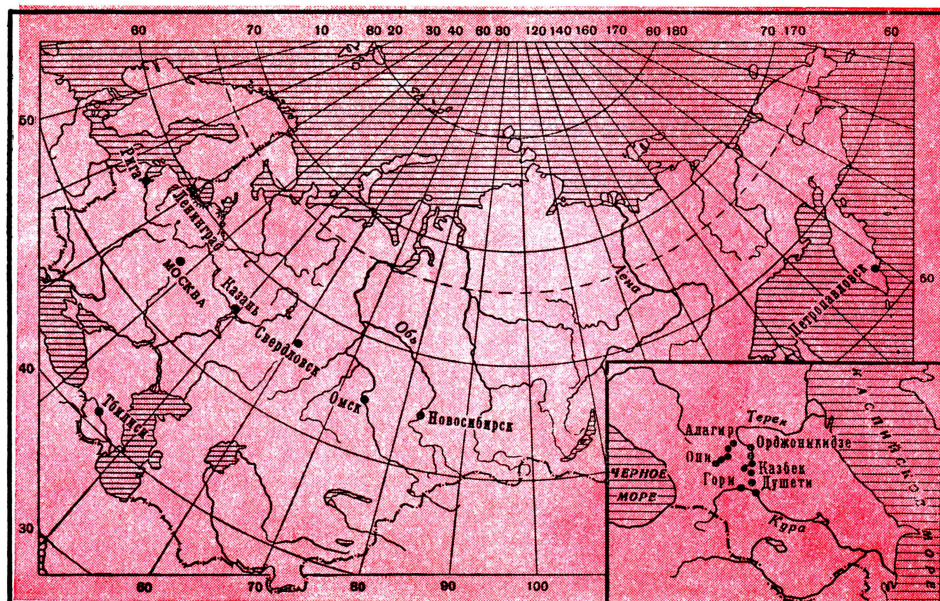
Систематические наблюдения приливных изменений силы тяжести позволяют получить исключительно ценные данные о внутреннем строении Земли. Для некоторой модели строения Земли можно рассчитать в каждой точке поверхности характер ее движения в приливной волне. Сравнение с наблюдениями позволит рассчитать отклонение свойств реальной Земли от принятой модели. Этим методом советские ученые установили, что верхняя мантия Земли (слой толщиной около 1000 км, лежащий непосредственно под земной корой) на Евразийском континенте неоднородна в горизонтальном направлении и еще раз было подтверждено, что земное ядро обладает свойством жидкого тела.

Длительные, систематические наблюдения за вариациями силы тяжести, организованные в Японии в районах действующих вулканов, привели к выводу, что эти вариации не могут быть полностью объяснены действием Луны и Солнца. Так был установлен интереснейший факт спонтанных, возникающих вследствие внутренних причин, изменений силы тяжести. Было отмечено, в частности, изменение силы тяжести на 0,5 миллигала (мгг), вызванное деятельностью вулкана Михара. Эти данные, говорящие о подъеме магмы, отличающейся по плотности от окружающих пород, оказались настолько убедительными, что в дальнейшем предполагается по наблюдениям за внезапными изменениями силы тяжести предсказывать извержения вулканов. Подобными наблюдениями впервые была доказана возможность регистрации на поверхности Земли перемещения вещества в земных недрах.

ВЕКОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ?

Первые соображения о возможности вековых изменений силы тяжести были высказаны в тридцатых годах грузинским специалистом М. С. Абакелиа. По его данным, на Кавказе за время несколько больше 30 лет имели место значительные расхождения между повторными определениями силы тяжести (рис. 1). Так, в Гудаури определения 1879 и 1910 гг. разошлись

Рис. 1. Схема расположения гравиметрических пунктов, на которых производились повторные определения силы тяжести



на 101 мгл, в Душети — на 58 мгл, в Орджоникидзе (Владикавказ) — на 32 мгл. Три последовательных определения силы тяжести, проведенные в Баку в 1883, 1902 и 1931 гг., дали последовательные изменения силы тяжести в одну сторону на 13 и 10 мгл. В своих работах М. С. Абакелия приводил также данные о весьма значительных, превосходящих 70 мгл, расхождениях при повторных определениях в Индии.

Такие большие изменения силы тяжести за сравнительно короткий срок, всего лишь за 30—35 лет, сразу вызвали сомнения. С целью их проверки в 1935—1936 гг. Сейсмологическим институтом Академии наук СССР была организована специальная гравиметрическая экспедиция на Кавказ. Были выполнены повторные определения силы тяжести в 14 пунктах, расположенных в районе Главного Кавказского хребта. При проведении этих работ уделялось особое внимание возможно более точному определению места расположения старых пунктов и их связи с новыми.

Известный советский астроном и геофизик Н. Н. Парийский весьма тщательно обработал полученные данные, внимательно изучил погрешности старых и новых определений и после этого сравнил результаты для двух сроков или, как говорят, для двух эпох наблюдений. Оказалось, что за 25—30 лет на 8 пунктах изменения ускорения силы тяжести не превосходили ошибок его определения; для 4 пунктов рас-

хождения оказались менее удвоенной средней ошибки и на двух — было обнаружено увеличение силы тяжести на 12 и 13 мгл при ошибке порядка ± 5 мгл. При этом не было полной уверенности в том, что при повторных наблюдениях старые пункты были точно опознаны. Подобные «изменения» сомнительны еще и потому, что очень трудно представить возможность больших вековых изменений силы тяжести на одном пункте и отсутствие их на другом, соседнем пункте, расположенном всего в 30—40 км. Этими работами было доказано отсутствие больших вековых изменений силы тяжести в районе Главного Кавказского хребта, вызываемых тектонической деятельностью этого региона.

Для выяснения возможности вековых вариаций силы тяжести большое значение имело осуществление гравиметрических связей между удаленными пунктами, т. е. точное определение разностей значений силы тяжести на этих пунктах.

В 1945 г. Н. Н. Парийский закончил обработку гравиметрических связей пункта в Тбилиси с рядом пунктов Европейской части Советского Союза и с Потсдамом. В результате этой большой и тщательно выполненной работы оказалось, что сила тяжести в Тбилиси по отношению к европейским пунктам за период времени с 1903—1909 по 1931—1936 гг., т. е. примерно за 25—30 лет, практически осталась неизменной.

Таким образом, можно с полной определенностью утверждать, что по крайней мере не существует значительных изменений силы тяжести (порядка нескольких *мг* в год) на Кавказе по отношению к Европейской части Советского Союза.

Примером появления аналогичных «вековых изменений» силы тяжести могут служить многократные ее определения на основном гравиметрическом пункте США в Вашингтоне.

В США маятниковые определения были начаты в семидесятых годах прошлого столетия. Первое определение в Вашингтоне выполнено в 1875—1876 гг. Пирсом абсолютным методом обратными маятниками. Пирс получил для Вашингтона значение $g = 980,098$ *г*л.

В конце XIX столетия было сделано довольно много гравиметрических связей Вашингтона с основными европейскими пунктами. Эти связи, как правило, не были прямыми (т. е. проводились через промежуточный пункт) и не были систематизированы. Пирс произвел их обработку и получил новый результат, равный 980,107 *г*л. В 1900 г. Путнам осуществил новую связь Вашингтона с несколькими европейскими пунктами, в том числе и с Потсдамом, и получил для Вашингтона $g = 980,111$ *г*л. Позже, в связи с уравниванием основных мировых связей, эти наблюдения были переработаны немецким ученым Боррасом, и для Вашингтона была принята величина, равная 980,112 *г*л. В 1928 г. голландский ученый Венинг-Майнес во время своего известного путешествия через Атлантический океан на подводной лодке вновь определил силу тяжести для Вашингтона, получив в Потсдамской системе g , равное 980,120 *г*л.

Столь большое расхождение с предыдущими определениями не могло остаться незамеченным. Для его проверки в том же году Миллер выполнил связь Вашингтона с Оттавой (ранее связанной с Потсдамом) и подтвердил результат, полученный Венинг-Майнесом. Результат Миллера для Вашингтона — 980,118 *г*л.

В 1938 г. в связи с предстоявшими абсолютными определениями силы тяжести в Вашингтоне по поручению Береговой и геодезической службы США Браун выполнил непосредственную связь Вашингтона с Потсдамом. Он снова получил $g = 980,118$ *г*л. Наконец, в 1959 г. Винтер еще раз определил силу тяжести в Вашингтоне по отношению к нескольким гравиметрическим пунктам, хорошо связанным с Потсдамом. Его результат: $g = 980,1176$ *г*л.

Сводка всех упомянутых здесь определений силы тяжести приведена на рис. 1. Если не вдаваться в анализ точности этих измерений,

то может сложиться впечатление, что на протяжении 50 лет в Вашингтоне по отношению к Европе сила тяжести увеличивалась со скоростью порядка 0,4 *мг* в год, а затем, начиная с 1929 г., ее изменение прекратилось. В действительности это, конечно, не так.

Результаты Пирса надо вообще исключить из рассмотрения, так как он применял весьма несовершенные приборы, работа с которыми могла привести к ошибкам во много десятков миллигалов. Результаты Путнама более достоверны, в особенности данные 1900 г. Но все же обработанные им связи были сделаны не непосредственно с Потсдамом, а через другие европейские пункты, точность определения которых в то время была невысокой. Очевидно, и эти результаты должны быть взяты под сомнение.

Три последующие связи (хотя две из них и не были прямыми) дали вполне хорошее согласие для маятниковых определений того времени. Средние ошибки этих связей не превосходят 2 — 3 *мг*л. Во всяком случае результат, полученный Брауном, имеет ошибку меньше ± 2 *мг*л.

Таким образом, для Вашингтона мы имеем одну эпоху наблюдений, относящуюся к началу тридцатых годов, со средней ошибкой результата, достигающей $\pm 1,5$ *мг*л, и вторую — примерно 20 лет спустя, со средней ошибкой результата $\pm 0,5$ *мг*л. Их почти полное совпадение говорит о том, что для Вашингтона, как и для Кавказа, предполагать заметные изменения силы тяжести во времени нет оснований (рис. 2).

Абсолютное определение силы тяжести в Потсдаме было выполнено в 1898—1904 гг. немецкими учеными Кюненом и Фуртвенглером. До сих пор речь шла об измерениях в потсдамской системе, т. е. об относительных измерениях, когда определялась разница в значениях g , например, между Потсдамом и Вашингтоном. Прибавив эту разницу к значению g для Потсдама получим g для Вашингтона. В 1934—1935 гг. американские ученые Хейль и Кук произвели новое абсолютное определение в Вашингтоне. При этом было получено $g = 980,1012$ *мг*л, т. е. на 16,8 *мг*л меньше, чем было получено для Вашингтона в потсдамской системе. В 1939 г. абсолютные определения были сделаны Кларком в Теддингтоне (Англия). Они дали поправку к потсдамской системе, равную 12,8 *мг*л.

Поскольку потсдамским определениям приписывалась ошибка ± 3 *мг*л, а определениям в Вашингтоне и Теддингтоне ошибки порядка ± 2 *мг*л, то можно думать, что с конца прошлого века абсолютная величина силы тяжести умень-

шилась на величину порядка 15 мгл. Однако согласиться с этим предположением нельзя.

Во-первых, в результате пересмотра материалов потсдамских определений, произведенного Хейлем и советским ученым Раздымахой, оказалось, что ошибки абсолютных определений в Потсдаме могли быть значительно больше, чем это предполагалось ранее.

Далее, в последнее десятилетие было выполнено много новых абсолютных определений силы тяжести в Ленинграде, Париже, Оттаве, Токио, и все они дали поправки для Потсдама того же порядка (10—17 мгл). Трудно представить, чтобы в столь различных регионах земного шара, как Американский континент, Британские острова, Японские острова, центральная часть Западной Европы, произошли изменения силы тяжести примерно на одну и ту же величину.

Можно, конечно, предположить, что изменение силы тяжести на такую величину произошло в Потсдаме. Но ведь за это время Потсдам, являясь основным исходным пунктом, был десятки раз связан со многими пунктами, расположенными на всех континентах земного шара. Анализ этих связей показывает, что сила тяжести в Потсдаме за последние 40 лет оставалась неизменной в пределах точности относительных измерений силы тяжести, т. е. в пределах порядка 1—2 мгл.

Следовательно, и в этом случае мы имеем дело не с изменениями силы тяжести во времени, а лишь с ошибками измерений.

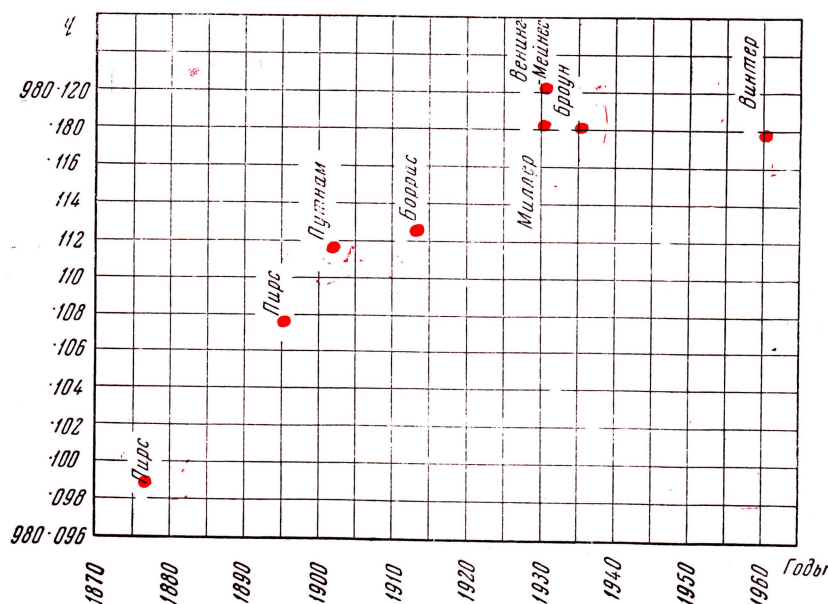
НЕОЖИДАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В 1950—1954 гг. на территории Советского Союза велись работы по созданию сети опорных гравиметрических пунктов. В частности, в 1950—1951 гг. было определено несколько пунктов вдоль 56 параллели между Ригой и селением Ключи на Камчатке. В 1961 г. измерения были повторены на тех же пунктах в Казани, Свердловске, Омске и Новосибирске. Методы измерений в обеих эпохах применялись одни и те же. Использовалась большая группа гравиметров, параметры которых были определены весьма тщательно в одной и той же системе. Исходным в обоих случаях служил один и тот же пункт, расположенный в районе Москвы. Результаты повторных наблюдений на этих пунктах оказались следующими (в мгл):

Названия пунктов	Изменение за время с 1951 по 1961 г.
Москва	$0,0 \pm 0,00$
Казань	$0,0 \pm 0,24$
Свердловск	$0,0 \pm 0,29$
Омск	$0,2 \pm 0,42$
Новосибирск	$0,0 \pm 0,47$

Из этих данных следует, что за 10 лет сила тяжести в четырех пунктах, расположенных примерно на одной параллели на протяжении более 3000 км, оставалась неизменной по от-

Рис. 2. «Вековые изменения» силы тяжести в Вашингтоне



ношению к Москве в пределах порядка $0,2-0,4$ мгл.

В 1962 г. эти измерения были продолжены до пункта Петропавловск-Камчатский, где расхождение двух эпох оказалось равным $0,4 \pm 0,5$ мгл. Таким образом, даже в районе высокой сейсмичности, где, казалось бы, в первую очередь можно было ожидать глубинных перемещений масс, изменения силы тяжести за десять лет не обнаружены.

В 1950—1952 гг. некоторые высокоточные опорные гравиметрические пункты в целях контроля были определены независимо принципиально различными методами — гравиметрами и маятниковыми приборами. В частности, двумя методами был определен пункт в Риге. Результаты определений маятниками и гравиметрами совпали в пределах $0,1$ мгл при ошибке измерений гравиметрами $\pm 0,3$ мгл и маятниками $\pm 0,5$ мгл.

В 1963 г. измерения были повторены как маятниковыми приборами, так и гравиметрами того же типа. Как это было и 11 лет назад, оба метода опять дали согласие в пределах $0,1$ мгл при точности измерений маятниками $\pm 0,3$ мгл и гравиметрами $\pm 0,2$ мгл. Но к удивлению авторов этой работы оказалось, что при отличном согласии между собой результатов измерений различными методами, определения второй эпохи отличаются от первой на $+0,6 \pm 0,36$ мгл, т. е. сила тяжести в Риге по отношению к Москве увеличилась...

Этот поразительный результат мог бы остаться незамеченным, поскольку изменение в общем не столь велико. Но еще большее удивле-

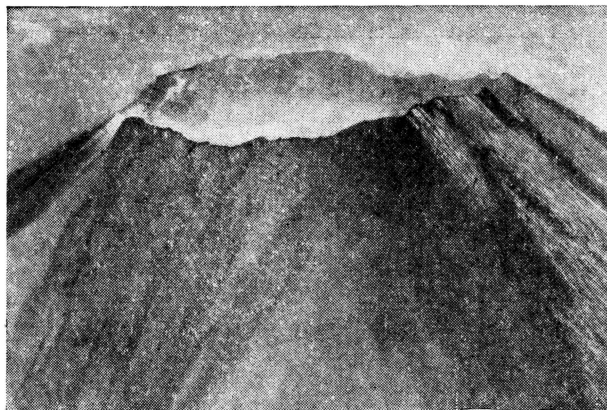
ние вызвали точно такие же данные, полученные для Ленинграда. При такой же отличной сходимости измерений маятниками и гравиметрами, там также было отмечено увеличение силы тяжести на $0,6 \pm 0,21$ мгл за период времени с 1960 по 1963 г.

Поскольку эти изменения невелики и превосходят ошибки их определения всего лишь в 2 — 3 раза, к их существованию следует относиться с предельной осторожностью и им нельзя придавать значение доказанного факта. Но все же так как измерения были сделаны двумя принципиально различными методами и на двух пунктах, расположенных примерно в одних и тех же геологических условиях, то эти результаты полностью игнорировать нельзя. Этот факт имеет столь большое научное значение, что для его проверки должен быть привлечен в самое ближайшее время весь арсенал средств, находящихся в распоряжении науки.

ЭКРАНИРОВАНИЕ СИЛ ТЯГОТЕНИЯ НЕ ОБНАРУЖИВАЕТСЯ

Большой интерес представляет рассмотрение теоретических соображений о возможном изменении во времени ньютоновской постоянной притяжения и проверки принципа суперпозиции для гравитирующих масс. Проще говоря, речь идет о том, не изменяется ли с течением времени взаимное притяжение двух тел

ВУЛКАНЫ И ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ



Кратер
Авачинского
вулкана

О вулканах написано много, им посвящены не только научные статьи, но и многочисленные романтические описания. И это не удивительно, так как они являются грандиозным явлением природы. Вулканы — своеобразные окна, через которые можно увидеть секреты земных глубин и разгадать тайны происходящих там процессов. Жерла вулканов приносят нам образцы, к сожалению значительно видоизмененные, тех загадочных пород, которые находятся на глубинах в десятки километров. Уже в настоящее время вулканы служат, а в скором будущем будут еще больше служить человеку как неисчерпаемые запасы тепловой энергии. Продукты вулканической дея-

постоянной массы, находящихся на неизменном расстоянии друг от друга, и не заслоняет ли одно небесное тело тяготения, вызванного другим телом, расположенным позади первого. Однако этому нужно посвятить самостоятельную статью. Здесь уместно лишь сказать, что пока современная аппаратура и методы измерения не только не позволяют определить возможное изменение во времени сил притяжения, но и даже сформулировать технические условия для проведения подобного эксперимента.

Что же касается проверки принципа суперпозиции сил тяготения, то на этот вопрос, вероятно, можно будет получить ответ значительно быстрее. Расчеты показывают, что чувствительность современных стационарных гравиметров находится почти уже на грани улавливания подобных явлений.

В связи с этим по рекомендации Постоянной международной комиссии по изучению земных приливов Международной ассоциацией геодезии были проведены специальные наблюдения во время полного солнечного затмения 1958 г. как в зоне полной фазы, так и за ее пределами. Тщательная обработка этих наблюдений показала, что никакого эффекта, указывающего на экранирование сил тяготения, в пределах чувствительности лучшей современной аппаратуры обнаружено не было.

Нужно подчеркнуть бесспорность этих результатов. Дело в том, что после проведения этого очень важного в научном отношении эксперимента было опубликовано несколько работ как научно-популярных, так и претендующих

на научность, в которых сообщалось о якобы наблюдавшемся эффекте экранирования. Но эти сообщения не могут приниматься всерьез — либо они являются плодом недоразумения, либо результатом некорректно поставленного опыта.

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ

1. Существуют и хорошо изучены периодические приливные изменения силы тяжести. Они достигают максимальной величины порядка 0,5 *мг* на экваторе. К северу и югу от экватора их величина убывает и становится исчезающе малой на полюсах.

2. Отмечено и уверенно измерено изменение силы тяжести порядка 0,5 *мг*, вызванное физическими процессами, предвещающими извержение вулкана.

3. Наука не располагает бесспорными фактами, устанавливающими изменение силы тяжести во времени. Зафиксировано увеличение силы тяжести в Риге и Ленинграде на 0,6 *мг* за 10 лет. Но эти данные нуждаются в серьезной проверке и подтверждении.

4. Нет никаких экспериментальных данных, которые могли бы подтвердить высказанные гипотезы о возможных вековых изменениях силы тяжести во времени (гипотеза Барта, гипотеза о расширяющейся Земле).

5. С помощью современной аппаратуры не обнаружены какие-либо признаки экранирования сил тяготения.

тельности уже сейчас используют в качестве прекрасного строительного материала.

Геофизические, геологические и геохимические комплексные исследования позволяют изучить строение отдельных участков земной коры, выяснить устройство вулканических аппаратов, механизм их извержений, предсказывать сроки и силу извержений, познать сопутствующие процессы образования и размещения руд.

Важный метод геофизических исследований — изучение закономерностей вертикальных и горизонтальных движений земной коры. Значительные скорости деформаций коры вблизи вулканов обусловлены самой природой вулканизма. Во время извержений

на земную поверхность с больших глубин выбрасывается огромное количество магмы. Продвигаясь к земной поверхности, магма и газы «прорывают» вышележащие слои и, естественно, приподнимают и сдвигают их.

Еще с прошлого века деформации земной коры в районах действующих вулканов регистрируются и исследуются японскими вуканологами в первую очередь для изучения глубинного строения вулканических аппаратов и с целью прогнозирования извержений. Изучение движений земной коры в районе вулкана Сакуразима, происшедших до и после его извержения, позволило установить наличие и определить глубину расположения магматического оча-

га. Оказалось, что очаг находится не непосредственно под вулканом, а значительно смещен в сторону и расположен на глубине 10 *км* от поверхности Земли.

По результатам аналогичных исследований, выполненных в районе вулкана Килауэа на Гавайских островах, предполагается наличие сразу двух магматических очагов, один из которых расположен на глубине около 3 *км*, а второй — около 20 *км*.

С 1962 г. начато изучение современных движений земной коры в районах действующих вулканов и у нас на Камчатке. Для этого был выбран Авачинский вулкан, на котором проводится широкий комплекс исследований.

(Окончание на стр. 22)

Публикуемый с любезного разрешения автора доклад проф. Яна Оорта (Голландия) был прочитан на XII съезде Международного астрономического союза.

Здесь печатается первая часть доклада. Вторая будет опубликована в следующем номере журнала.

СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ГАЛАКТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

ЯН ООРТ, профессор

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЛАКТИКИ

1. СОСТАВ. РАЗЛИЧНЫЕ НАСЕЛЕНИЯ

Галактика, в которой мы живем, состоит из трех составляющих — звезд, межзвездного газа и космических лучей.

Основная масса ее сосредоточена в звездах. В настоящее время можно приблизительно оценить количество газа. Оно, вероятно, составляет от 5 до 10% общей массы системы.

Космические лучи имеют пренебрежимо малую плотность массы, но значительную плотность энергии, сравнимую с кинетической энергией межзвездного газа. Их скорости так велики, что если бы они не удерживались магнитными полями, то покинули бы систему за время порядка 100 000 лет. Так как магнитные поля «вморожены» в межзвездный газ, то космические лучи оказывают на него давление и могут таким образом влиять на движение и распределение газа.

Вообще не ясно, какую роль играют галактические магнитные поля в динамике межзвездного газа. В данный момент мы, как кажется, знаем больше о том, чего нельзя объяснить ими, чем о том, что положительного они дают для понимания сложных явлений, наблюдаемых в этом газе. Но изучение структуры и интенсивности магнитных полей имеет существенное значение. В сочетании с космическими лучами они определяют излучение на радиочастотах. Все, что мы можем узнать о магнитном поле в Галактике, поможет пониманию механизма радиоисточников вообще. Теперь мы находимся как раз на той стадии, когда начинают обрисовываться первые очертания структуры

галактического магнитного поля. В последней части доклада мы вернемся к этому.

Звезды и газ, из которых состоит наша Галактика, являют довольно сложную картину. С одной стороны, мы наблюдаем объекты, характеризующиеся очень небольшой концентрацией к галактической плоскости. Отношение осей поверхностей равной плотности для систем этих объектов заключено между 0,5 и 1. К этому классу объектов, который называется населением II типа, входящим в гало, принадлежат шаровые скопления и переменные типа RR Лиры с наименьшим содержанием металлов, наряду с ярко выраженными субкарликами.

С другой стороны, как предельный случай, наблюдаются межзвездные облака и звезды, недавно образовавшиеся из этих облаков, такие, как звезды типов O и B и сверхгиганты. Они называются экстремальным населением I типа и образуют тонкий слой около галактической плоскости; толщина слоя примерно 1/100 его протяжения в этой плоскости.

Движения объектов, принадлежащих к этим экстремальным классам, различаются соответственно с их распределением. Объекты, принадлежащие к населению I типа, движутся по почти круговым орбитам, образующим малые углы с галактической плоскостью. Звезды населения II типа, входящие в гало, имеют большие компоненты скорости перпендикулярно к этой плоскости, так что их орбиты вообще сильно наклонены к последней. Компоненты их скорости в направлении к центру Галактики очень большие и орбиты поэтому значительно отличаются от круговых.

Имеются также классы объектов, промежуточные между этими двумя экстремальными.

2. ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ

Причина этой двойственной или, вернее, сложной структуры Галактической системы должна заключаться в том процессе, в ходе которого она образовалась из общей межгалактической среды. Чтобы понять эти фундаментальные характеристики системы, нам следует рассмотреть ее происхождение и эволюцию.

Галактики, по-видимому, образовались из неоднородностей в расширяющейся Вселенной. Даже самый поверхностный взгляд на распределение галактик по небу показывает, что распределение плотности во Вселенной крайне неоднородно. Неоднородность самого крупного масштаба проявляется в наличии больших скоплений и неправильных группировок галактик, подобных скоплению Девы и окружающих его неправильных придатков. Внутри этих больших групп, очевидно, существовали флуктуации плотности меньшего масштаба, из которых возникли отдельные галактики. В обоих случаях плотность, вероятно, значительно превышала критическую плотность расширяющейся Вселенной. Это означает, что рассматриваемые области могли расширяться только до некоторого максимального радиуса, а затем сжимались под действием собственной гравитации. Массы газа, которые таким образом превращались в галактики, по-видимому, имели неправильные очертания.

Большинство галактик вращается. Мы за-

ключаем отсюда, что во Вселенной существовали большие газовые течения. Размеры этих течений, вероятно, были того же порядка, что и размеры протогалактик, так что последние оказались наделенными значительным количеством суммарного углового момента, что и определяло ось симметрии развивающейся в результате этого галактики.

Звезды, образовавшиеся на самых ранних стадиях, первоначально были, по-видимому, распределены так же неправильно, как и первичная масса газа, которая обособилась от окружающей Вселенной. Под действием притяжения этой массы звезды постепенно концентрировались к ее центру и получили высокие скорости преимущественно в радиальном направлении. Похоже, что с течением времени их распределение сделалось беспорядочным под действием перемешивания и, предположительно, под влиянием больших начальных неоднородностей в гравитационном поле. Таким образом, эти звезды образовали систему, симметричную относительно некоторой оси. Однако, как кажется, процесс перемешивания никоим образом не может привести к значительному уплотнению; система первичных звезд, должно быть, сохранила приблизительно ту же форму, какую имела первоначальная масса газа, из которой эта система произошла.

Описанные характеристики в точности такие, какие наблюдаются у населения II типа, входящего в гало. Таким образом, мы прихо-

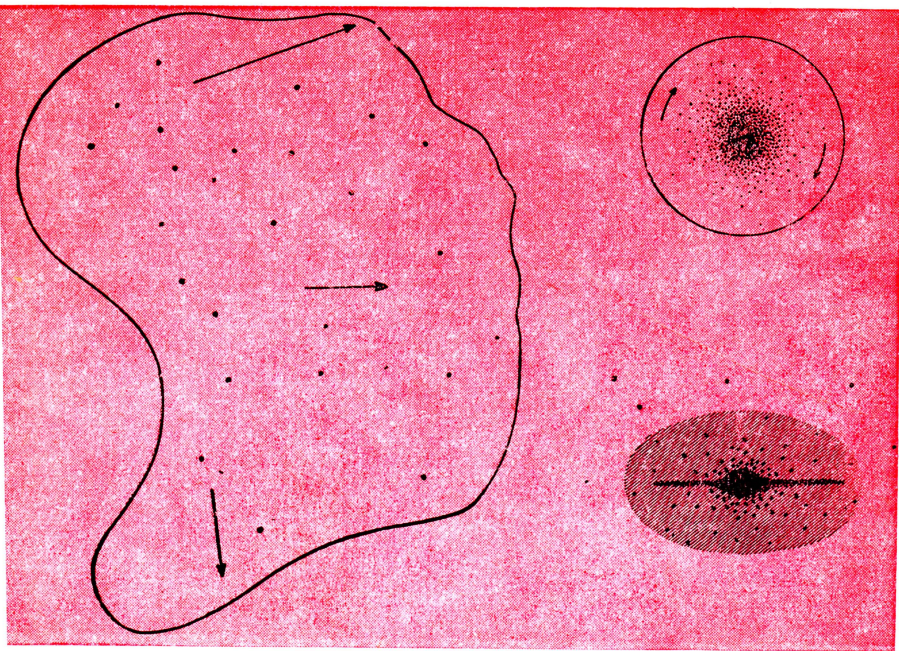


Рис. 1. Схематическое изображение эволюции Галактической системы. Слева — протогалактика в эпоху, когда она стала независимым целым; стрелки показывают систематические скорости в различных частях первичной массы газа. Точки означают звезды или скопления, образовавшиеся перед началом сжатия. Справа Галактика показана в конечной стадии после окончания сжатия в проекции на галактическую плоскость и на плоскость, перпендикулярную к галактической. Тонкая горизонтальная полоса на нижнем рисунке представляет газ и население диска (внешняя граница диска указана окружностью на верхнем рисунке). Точки показывают конечное распределение первичных звезд, изображенных на левом рисунке (так называемое население II типа, входящее в гало)

дим к заключению о тождественности этого населения со звездами, образовавшимися в самом раннем периоде истории Галактики.

Та часть газа, которая не сконденсировалась в звезды на этих ранних этапах, эволюционировала по-другому. Сжимаясь под действием собственного тяготения, она постепенно превращала свою первоначальную потенциальную и кинетическую энергию в тепло и излучение. Это сжатие в конце концов, по-видимому, привело к образованию тонкого диска с сильной концентрацией к центру (рис. 1).

Звезды, очевидно, возникали во время этой стадии сжатия, а также и после ее окончания. Первые из них образовали «системы» промежуточной степени сплюснутости. Все звезды, возникшие после того, как газ полностью сконцентрировался к галактической плоскости, должны были располагаться вблизи нее. Процесс звездообразования протекал, вероятно, быстрее всего сразу после сжатия газа в диск, когда газ был наиболее плотным; особенно быстрым он был, по-видимому, в центральной области. Самые старые звезды диска, рожденные в упомянутую эпоху, должны быть поэтому сильно сконцентрированы к центру системы. Постепенно процесс звездообразования, очевидно, замедлился, хотя он и продолжается до настоящего времени.

Хочется подчеркнуть, что хотя данный мною набросок картины развития нашей Галактики кажется правдоподобным, эта правдоподобность не должна обманчиво вселять в нас веру в него. Ибо имеются другие факты, показывающие, что в галактиках встречаются самые невероятные вещи, особенно в их ядрах. Может оказаться, например, что эти ядра существовали с самого начала и что они, согласно точке зрения, отстаиваемой Амбарцумяном, играют значительно более фундаментальную роль, чем роль простых центров, к которым концентрировалось коллапсирующее вещество.

Однако пока я буду продолжать изложение в рамках развитых выше представлений.

Объекты, возникающие на различных стадиях эволюции Галактической системы, могут различаться специфическими внутренними свойствами не только потому, что свойства звезды изменяются с ее возрастом, но также (и в действительности главным образом) потому, что состав межзвездной среды систематически менялся со временем. Наблюдения показывают, что у части объектов, образовавшихся во время корональной (гало) фазы системы, содержание металлов в сотни раз меньше, чем у звезд, возникающих теперь. Но есть также значительная доля скоплений, принад-

лежащих к гало, которая показывает только умеренный недостаток металлов.

Среди скоплений диска, даже среди самых старых, кажется, нет ни одного, которое было бы очень бедно металлами. В самых старых металлы примерно в пять раз менее изобильны, чем в нынешней межзвездной среде. Эти факты показывают, что образование элементов из водорода началось, вероятно, вскоре после рождения Галактики (или, может быть, даже раньше), во всяком случае задолго до того, как существовавший первоначально газ заметно сжался. Так как содержание гелия для этих старых звезд неизвестно, мы не знаем, существовал ли уже гелий в этой первичной среде, или он также был образован в звездах.

Образование элементов, вероятно, шло в ядрах массивных звезд, причем вещество возвращалось в межзвездную среду в результате взрывов этих звезд. Таким образом, межзвездный газ постепенно обогащался более тяжелыми элементами. Главным образом именно эти различия в химическом составе дают возможность причислять индивидуальные звезды и скопления к разным возрастным группам и позволяют считать, что в конце концов мы сможем получить полную картину эволюции Галактической системы.

Так как о «средних веках» нашей Галактики известно очень мало, мы ограничим нашу дискуссию почти исключительно самым ранним и самым поздним периодами ее истории.

ЗВЕЗДНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ГАЛАКТИКИ

3. САМЫЕ СТАРЫЕ ЗВЕЗДЫ И СЖАТИЕ, КОТОРОЕ, ОЧЕВИДНО, ПРОИСХОДИЛО С ТЕХ ПОР, КАК ВОЗНИКЛА ГАЛАКТИКА

Совсем недавно стали известны новые важные данные о пространственных скоростях звезд, принадлежащих к старейшим составным частям Галактики, а именно переменных типа RR Лиры и субкарликов с очень низким содержанием металлов. Они показывают, что в окрестностях Солнца скорость галактического вращения этих «античных» звезд составляет лишь около 50 км/сек. Это в пять раз меньше, чем скорость вращения межзвездного газа и известных звезд диска системы.

Во время сжатия системы звезд, образованной в протогалактической стадии, звезды гало приобрели кинетическую энергию благодаря этому сжатию. Некоторая кинетическая энергия была получена ими также путем сближе-

ний с локальными сгущениями вещества в протогалактике. Однако из того факта, что большая часть их нынешней энергии приходится на радиальные компоненты их скоростей, мы можем заключить, что прирост энергии, обусловленный сближениями, был мал по сравнению с кинетической энергией, полученной от сжатия. Исходя из нынешнего распределения плотности и скоростей наиболее старых звезд, конечно, возможно получить грубую оценку первоначального радиуса массы газа, из которой возникла Галактика. Это будет до некоторой степени оценкой нижнего предела, потому что газ, вероятно, потерял некоторую часть своей кинетической энергии путем столкновений, прежде чем образовались все звезды гало.

Если мы допустим так же как было сделано в недавней статье Эггена, Линден-Белла и Сэндейджа, посвященной этому вопросу, что население гало в течение эволюции Галактической системы не приобрело и не потеряло значительной доли его нынешнего углового момента, то мы можем вывести из наблюдаемого среднего углового момента на единицу массы в населении II типа, входящем в гало, суммарный угловой момент начальной массы газа. Это даст нам некоторые сведения о характере крупномасштабных течений, существовавших во Вселенной.

Если при сжатии газа в диск не было потеряно большой доли углового момента гало, то этот диск должен также иметь примерно тот же средний угловой момент на единицу массы, что и звезды гало. Так как гало вращается примерно в пять раз медленнее диска, мы должны заключить, что средний радиус, соответствующий этому распределению массы в диске, должен быть примерно в пять раз меньше среднего радиуса гало и, по меньшей мере, в десять раз меньше радиуса протогалактики; и это дает приблизительное представление о начальных размерах массы газа, которая обогнала от остального объема расширяющейся Вселенной, чтобы образовать Галактическую систему.

4. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ФАЗЫ ГАЛО И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ФАЗЫ

Представляет интерес выяснение приблизительной продолжительности периода, в течение которого были образованы звезды гало и промежуточного населения II типа. Она должна быть того же порядка, что и время коллап-

са первичной массы газа. Если этому коллапсу не препятствовали столкновения между хаотическими течениями, на него потребовалось бы около 200 млн. лет. Фактическое время было несколько больше, но, вероятно, не намного. Должно быть, все звезды населения II типа, входящие в гало, образовались за время этого порядка; населения с промежуточной степенью сплюснутости предположительно возникли в тот же период. Возможно, во время сжатия газ сделался таким горячим, что не мог излучать наружу свою тепловую энергию достаточно быстро для того, чтобы охлаждение поспевало за коллапсом. Но мало вероятно, что в такой стадии высокой температуры могло образоваться много звезд. В этом случае звездообразование, по-видимому, возобновилось бы только после того, как газ охладился и сгустился в диск.

Имеются указания на то, что во время этой «античной» фазы, когда возникли звезды гало, звездообразование шло быстрее, чем в течение дисковой фазы Галактики, а также, что, по-видимому, условия в этой стадии сжатия были более благоприятны для образования больших объектов, таких как гигантские шаровые скопления. Хотя дисковая стадия продолжалась по меньшей мере в 50 раз дольше, подобных богатых скоплений в диске не найдено, за исключением зоны вблизи ядра.

Можно думать, что именно более медленное вращение первичного газа и эффекты большого сжатия, обусловленные столкновениями между течениями, благоприятствовали возникновению больших звезд и скоплений.

На то, что в период коллапса, должно быть, особенно активно происходили процессы образования и разрушения звезд, указывает также тот факт, что в этой стадии, которая продолжалась, возможно, на протяжении 2% времени существования Галактики, было образовано около 20% более тяжелых элементов, чем водород и гелий.

5. МАССА ГАЛО

Все, что мы можем сказать относительно состава гало, это то, что он, возможно, подобен составу шаровых скоплений. Минимальное значение для полной массы гало определяется из пространственной плотности поздних K- и M-субкарликов, обнаруженных в наших окрестностях.

Можно оценить, что приблизительно 5% полной массы Галактики состоит из этих карликов, входящих в гало. Нельзя оценить, сколько

добавочной массы заключено в звездах, еще более слабых по светимости. Истинная масса гало остается поэтому совершенно неизвестной. Вероятно, что в гало достаточно звезд для того, чтобы масса его составляла значительную или даже наиболее значительную часть массы Галактической системы. Неуверенность в отношении сравнительного вклада гало и диска в полную массу — величайшее препятствие на пути построения модели распределения масс в Галактике.

6. ПЛОТНОСТЬ МАССЫ ОКОЛО СОЛНЦА

В связи с этим хочется вкратце упомянуть о возможности определения плотности массы в окрестностях Солнца, исходя из динамических соображений. Значение полной плотности массы вблизи галактической плоскости было получено путем сравнения закона уменьшения плотности звезд данного типа по мере возрастания расстояния от галактической плоскости с распределением скоростей в том же направлении. Приблизительно 25% этого значения может приходиться на атомарный водород и гелий и 35% — на звезды известных типов, включая экстраполяцию на более слабые карлики. Примерно 40% остаются необъясненными. Нельзя исключить возможность того, что этой невидимой массой является молекулярный водород; однако в данный момент представляется более вероятным, что она состоит из очень слабых по абсолютной величине звезд. Мы не знаем, к какому населению могут принадлежать эти звезды, и это опять-таки вводит элемент значительной неопределенности в построение моделей распределения масс в Галактике. Следует отметить, что данные, на которых основано динамическое определение плотности, еще крайне недостаточны; улучшение этих данных весьма желательно. Вполне вероятно, что оно может изменить сделанные заключения о невидимой массе.

7. ОБЩЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАСС

Важную информацию об общей концентрации массы к центру дает скорость вращения газа вокруг центра Галактики, полученная из наблюдений линии на волне 21 см. Эти измерения показывают, что средняя плотность массы в пределах 500 парсеков от галактического центра приблизительно в 50 раз превышает околосолнечную. Интересно отметить, что как

звезды гало населения II типа (такие, как переменные типа RR Лиры с периодами, превышающими $0^d,4$), так и старые объекты диска (как планетарные туманности), показывают гораздо более сильную концентрацию по направлению к центру. Бааде показал, что на расстоянии 1 килопарсека от центра плотность переменных типа RR Лиры приблизительно в 1000 раз превосходит их плотность около Солнца. Для планетарных туманностей можно предполагать, что их плотность близ центра также на три порядка больше околосолнечной. Эти данные показывают, что звездам населения II типа, вероятно, могут быть приписаны самое большее 10% плотности массы около Солнца.

В период, непосредственно следовавший за конденсацией газа в диск, во время, когда возникли старые звезды диска, газ, вероятно, был сильно сконцентрирован к центру. Это следует из наблюдаемого распределения некоторых типов звезд диска, таких, как ядра планетарных туманностей, новые, цефеиды населения II типа и долгопериодические переменные — все они очень сильно сконцентрированы к галактическому ядру и показывают большие градиенты плотности около Солнца. В настоящее время распределение газа совершенно иное. Это видно из рис. 2, который показывает распределение атомов водорода в нашей Галактике и в туманности Андромеды. Очевидно, не осталось никаких следов концентрации к центру. Напротив, плотность в пределах примерно 5 килопарсеков от центра, несомненно, меньше, чем между 5 и 15 килопарсеками. Это весьма неожиданный результат, показывающий, что каким-то образом газ, по-видимому, был выметен из этой части в наружные области. Мало вероятно, что это явление вызвано изменяющейся долей молекулярного водорода, хотя это может иметь значение в диске ядра в пределах около 0,7 килопарсека от центра.

Явление, которое, по-видимому, связано со сравнительно пустотой центральной части газового диска, демонстрируется распределением источников теплового излучения, которое также дано на рис. 2. Имеется сильная концентрация ионизованного водорода близ $R = 5$ килопарсек, вне той области, где недостает HI.

МЕЖЗВЕЗДНЫЙ ГАЗ

8. ОБЛАЧНАЯ СТРУКТУРА

Во второй части своего доклада я хотел бы сосредоточить внимание преимущественно на газовой составляющей Галактики и на объек-

Рис. 2. Общее распределение водорода в Галактической системе и в туманности Андромеды. Темные части показывают число атомов водорода в столбцах с поперечным сечением 1 см^2 , перпендикулярных к экваториальным плоскостям обеих систем. Абсциссы — расстояния от центра, выраженные в килопарсеках. На верхнем рисунке кривая с острым максимумом при $R = 5 \text{ кпс}$ дает распределение ионизованного водорода (согласно неопубликованному исследованию ван Вордена)

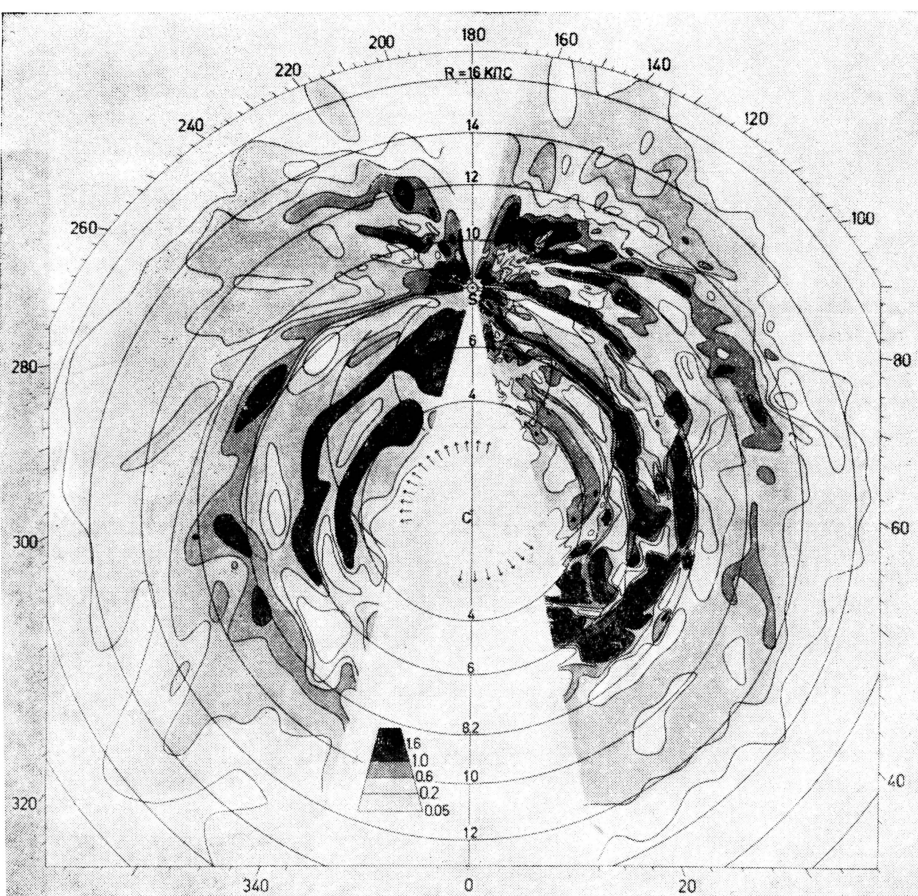
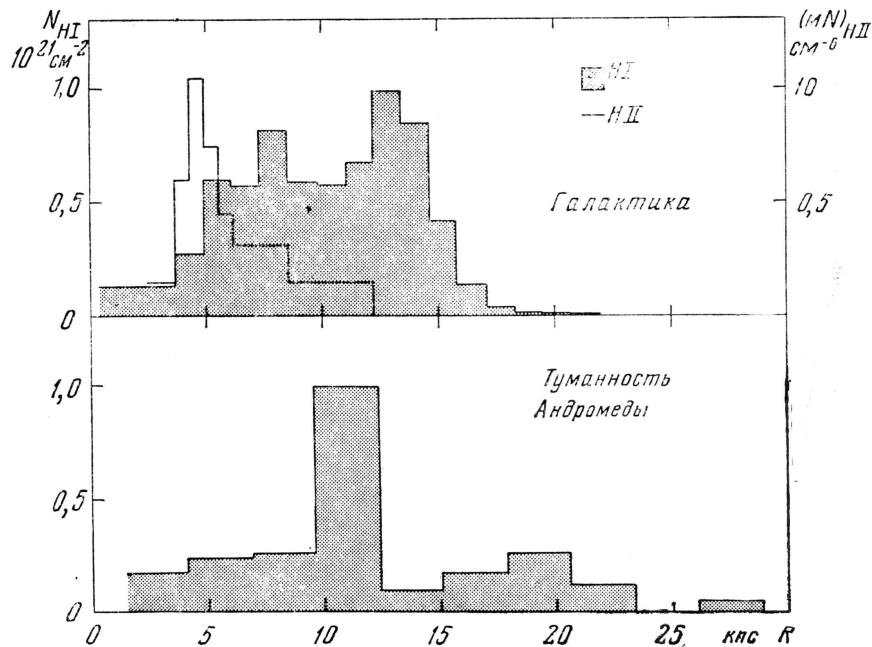


Рис. 3. Спиральные ветви в нашей Галактике. Показано распределение водорода в галактической плоскости, полученное из наблюдений на волне 21 см. Область между 13° и 252° долготы изучена наблюдателями в Голландии, тогда как данные, относящиеся к области между 252° и 343° , основаны на австралийских наблюдениях. На этом рисунке расстояние от Солнца (S) до центра Галактики равно $8,2 \text{ кпс}$, тогда как на других рисунках использовано недавно принятое значение 10 кпс

тах, которые тесно связаны с межзвездным газом.

С 1951 г. возможность наблюдения линии водорода на волне 21 см чрезвычайно расширила наши знания о распределении и движении газа на всем протяжении Галактической системы. Этот прогресс был обусловлен, в первую очередь, прозрачностью галактического слоя для излучения с этой длиной волны, что позволяло обозревать весь диск, тогда как в оптических длинах волн вследствие сильного поглощения могла быть видима только малая часть диска.

Газ большей частью сконцентрирован в очень тонком слое около галактической плоскости. Распределение его в этом слое очень

неоднородно: он концентрируется в облака или поля, имеющие весьма разнообразные размеры и формы; наиболее хорошо наблюдаемые облака с массой порядка 100 солнечных и с диаметрами порядка 10 парсеков имеют случайные движения, в среднем составляющие около 5 км/сек по одной координате. Эти неправильные движения поддерживаются рождением ярких звезд высокой температуры. Последние локально нагревают газ и вызывают межзвездные ветры. Время от времени газ сильно перемешивается межзвездными ураганами, возникающими после взрыва Сверхновой.

Упомянутые облака имеют тенденцию образовывать большие комплексы с массами вплоть до 10^5 солнечных масс.

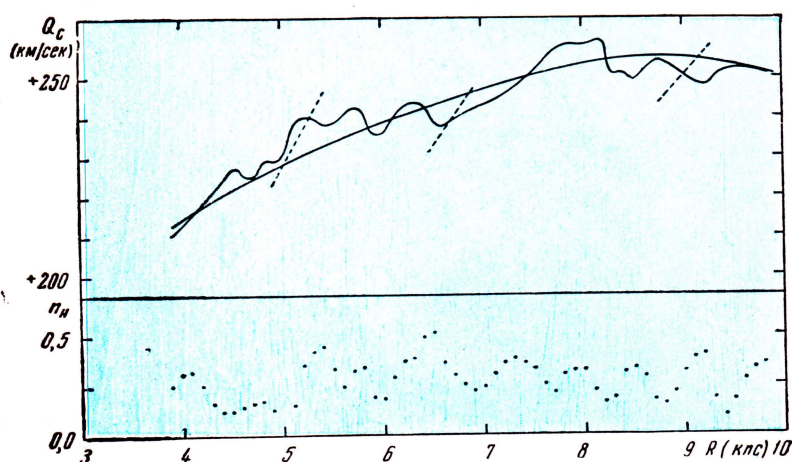
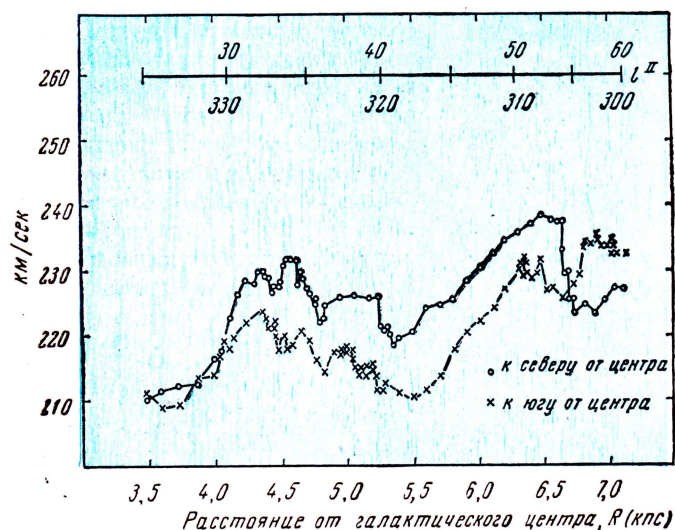


Рис. 4. Кривая вращения:верху — скорость вращения как функция расстояния от центра, полученная из недавних наблюдений в Двингелло (Шейн); внизу — сравнение скорости вращения по разные стороны от центра (по Керру, наблюдения в Парксе). Расстояние от Солнца до центра Галактики составляет 10 кпс на верхнем рисунке и 8,2 кпс — на нижнем

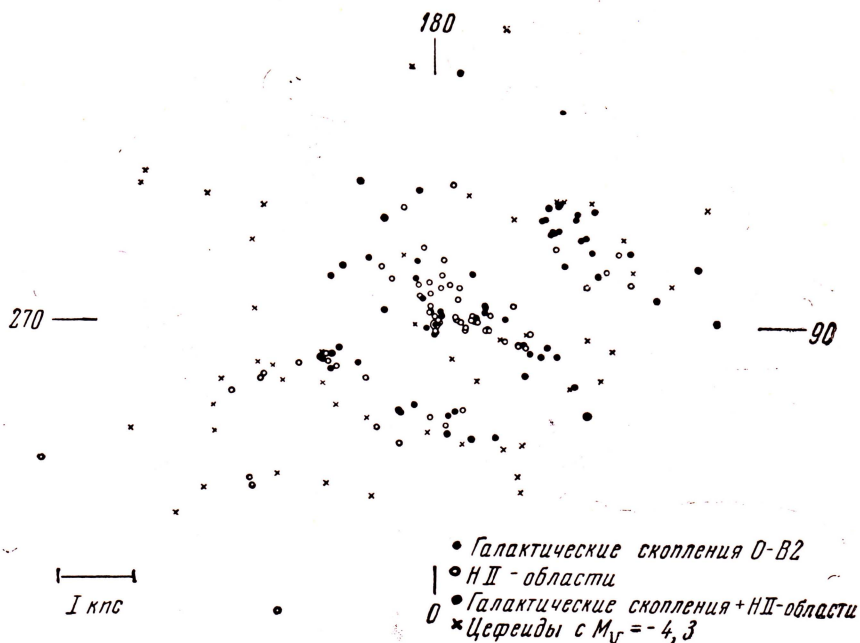


9. СПИРАЛЬНАЯ СТРУКТУРА

Если мы рассмотрим распределение газа в еще более крупных масштабах, как это, например, было сделано в больших обзорных наблюдениях на волне 21 см, выполненных в Голландии и Австралии, то увидим, что газ расположен в длинных, похожих на рукава, образованиях, которые, по всей вероятности, следует отождествить со спиральными ветвями, наблюдаемыми в спиральных туманностях (ср. рис. 3).

Измерения на волне 21 см не только информируют нас об общем распределении газа, но также дают кривую вращения Галактической системы и представление о поле тяготения в галактической плоскости. Кривая вращения (рис. 4) показывает два главных горба. Они, вероятно, обусловлены изменениями в

Рис. 5. Распределение скоплений разного возраста (согласно В. Беккеру). Верхняя часть содержит молодые скопления, области HII и цефеиды (возраст меньше 20 млн. лет), в нижней половине рисунка показано распределение скоплений, средний возраст которых составляет около 200 млн. лет

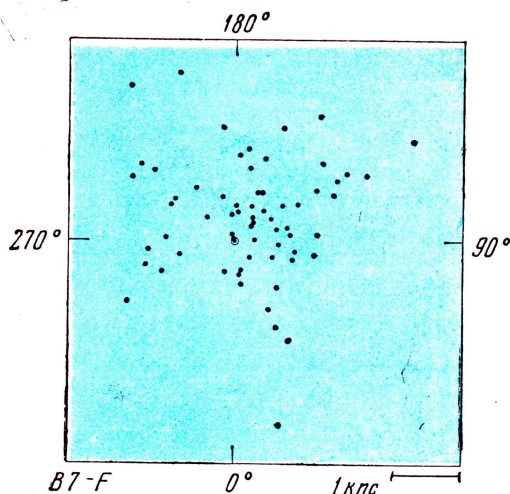


силе тяготения, направленной к центру, вызванными концентрацией массы в спиральных ветвях. Если интерпретировать их таким образом, они могут дать способ для оценки общего избытка плотности массы в ветвях. Эта информация имеет существенное значение для любой теории спиральной структуры.

Мы еще далеки от убедительной теории спиральной структуры. Было предложено много теорий, и некоторые из них очень способствовали совершенствованию нашего понимания рассматриваемых проблем. Однако до сих пор ни одну из них не оказалось возможным разработать количественным и полностью удовлетворительным образом.

Мы даже не знаем, как противостоят спиральные структуры разрушающему воздействию дифференциального вращения. Это чисто кинематическая проблема, которую нельзя решить допущением наличия осевой асимметрии в силовом поле. Если бы в нашей собственной Галактике или в M81 вещество в спиральных ветвях двигалось по круговым орбитам со скоростью, зависящей только от расстояния R от центра, то спиральная структура в любой из этих галактик фактически распалась бы приблизительно через 1,5 оборота, что составляет 2 или 3% от возраста этих галактик. Очевидно, это не может происходить, и поэтому или движение газа в ветвях должно систематически отклоняться от кругового движения, или имеются ненаблюдаемые систематические течения газа между ветвями, компенсирующие этот распад.

Представляется вероятным, что в развитии спиральной структуры гравитационные силы,



обусловленные самими ветвями или вообще лишенной осевой симметрии распределением вещества, играют очень важную роль. Но, наряду с гравитацией, существенную роль должны играть гидродинамические и, возможно, также магнитогидродинамические явления.

Независимо от теоретических аргументов, эта существенная роль газа может быть эмпирически выведена из двух интересных наблюдений. Много лет назад Бааде обратил внимание на то, что плотные скопления галактик редко содержат спиральные системы, но в то же время в них содержится большое количество галактик типа S0. Такие галактики характеризуются дисками, которые столь же тонки, как диски спиральных систем, но они не показывают спиральной структуры. Галактики типа S0 со-

держат очень немного пыли и, по-видимому, почти лишены газа. Спитцер и Бааде предположили, что частая встречаемость туманностей типа S0 в плотных скоплениях обусловлена достаточно частыми столкновениями между галактиками. Предполагается, что в таких скоплениях каждая галактика испытала по меньшей мере одно столкновение с другой. При этом практически весь межзвездный газ будет выметен из сталкивающихся галактик. С потерей газа они, по-видимому, утратили также свою способность образовывать спиральные ветви, хотя и не потеряли своей плоской формы.

Второй аргумент, показывающий, что спиральные ветви состоят практически полностью из газа, а не из звезд, вытекает из последних исследований распределения галактических скоплений, цефеид и звезд типа Ве различного возраста. Эти исследования показывают, что только объекты моложе 20 или 30 млн. лет отчетливо сконцентрированы в спиральных ветвях. Иллюстрацией этого служит рис. 5, взятый из исследования В. Беккера. В верхней части рисунка представлено распределение молодых скоплений, с возрастами меньше примерно 20 млн. лет, а в нижней — распределение скоплений, которым примерно 200 млн. лет. Последнее не обнаруживает заметной корреляции со спиральной структурой, проявляемой первой группой. По-видимому, скопления удаляются от газовых ветвей, в которых они возникли. При индивидуальных скоростях, со-

ставляющих в среднем около 10 км/сек, они проходят 500 парсеков в течение 50 млн. лет. Так как полуширина ветвей, образуемых самыми молодыми скоплениями, составляет примерно 300 парсеков, то, вероятно, последние могли удалиться достаточно далеко, чтобы завуалировать свою первоначальную связь с ветвями. Эти факты, по-видимому, показывают, что спиральные ветви состоят целиком из газа и сохраняют свое существование благодаря не только гравитации, но и чему-то еще, присущему исключительно газу. Плотность газа в ветвях может быть значительно выше, чем плотность атомарного водорода, обнаруживаемого из наблюдений на волне 21 см. Если волны на кривой вращения, о которых упоминалось ранее, приписать гравитационному воздействию со стороны ветвей, они покажут, что полная плотность последних приблизительно в четыре раза выше, чем плотность H I.

Кроме гравитационных и газодинамических воздействий на спиральные ветви мы должны также рассмотреть возможное влияние магнитных полей. В настоящее время вопрос о том, существенны они для динамики спиральных ветвей или нет, является открытым.

Поскольку до сих пор нельзя дать полностью удовлетворительного решения проблемы спиральной структуры, а сама проблема чрезвычайно трудна, мы не будем более на ней останавливаться.

Перевод с английского
П. Г. КУЛИКОВСКОГО и П. Н. ХОЛОПОВА

(Окончание следует)

ВУЛКАНЫ И ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

(Начало на стр. 12)

Для определения величин вертикальных смещений земной коры создан специальный полигон, точные высоты опорных точек которого определены нивелированием. Изменения высот этих точек, полученные из повторных нивелирований, представляют собой смещения земной коры в пределах этого полигона. Такой метод изучения вертикальных движений земной коры носит название метода повторного нивелирования. Сейчас он широко используется для аналогичных исследований во всем мире.

Выполненные дважды повторные измерения на Авачинском полигоне выявили знакопеременные смещения земной коры.

Годовая амплитуда смещений участков земной поверхности, удаленных от вулкана на 6 км, достигает 50 мм.

К сожалению, указанный метод нельзя использовать повсеместно, например на крутых склонах. Поэтому не было возможности определить смещения, происшедшие на склонах вулкана. В настоящее время разрабатываются методы изучения вертикальных движений земной коры в горных условиях. Это позволяет надеяться, что в будущем можно будет изучать деформации всего Авачинского вулкана.

Одновременно с созданием нивелирного полигона на кратере Авачинского вулкана была построена система, позволяющая определять горизонтальные деформации кратера. Повторные измерения этой сети показали, что раз-

меры кратера увеличиваются на несколько метров в год. Столь значительные деформации, происходящие на Авачинском вулкане, возможно связаны с ожидавшимся в скором времени извержением.

Выполненные исследования деформаций земной коры на Авачинском вулкане — лишь начало аналогичных работ на Камчатке и Курильских островах. В дальнейшем значительно расширится масштаб указанных исследований на Авачинской группе вулканов, причем изменения высот точек будут определяться относительно наиболее устойчивой исходной поверхности — уровня океана. Подобные работы предполагается начать и на самой активной в стране — Ключевской группе вулканов.

А. К. ПЕВНЕР,
В. Б. ЭНМАН

ЖИЗНЬ ЗВЕЗД

Ю. Н. ЕФРЕМОВ

Подавляющая часть вещества Вселенной сосредоточена в звездах. Их происхождение и эволюция всегда были в центре внимания астрономов. В последние два десятилетия содружество теоретиков и наблюдателей привело к построению теории звездной эволюции, которая объясняет наблюдения с точки зрения современных представлений о строении и источниках энергии звезд. Хотя в эволюции звезд на поздних стадиях до сих пор остается много неясного и нет общего согласия в представлениях о конкретном механизме звездообразования, теперь мы все же знаем, как протекает жизнь звезды на средних стадиях ее развития. Построение этой теории по праву считается крупнейшим достижением астрономии середины XX века.

Важнейшие характеристики звезды — ее масса и химический состав. Если звезда находится в равновесии, эти два параметра однозначно определяют ее светимость и температуру. Если в первом приближении принять, что начальный химический состав звезд одинаков, то направление и скорость эволюции звезды определяет прежде всего ее масса. Чтобы проследить эту эволюцию, надо знать, как на протяжении жизни звезды изменяются ее светимость и поверхностная температура — величины, доступные непосредственному измерению. Поэтому основная задача всех гипотез — объяснение вида диаграммы «температура — светимость» для звезд различного происхождения и возраста.

Первая попытка эволюционной интерпретации диаграммы «температура — светимость» была предпринята ее создателями Э. Герцшпрунгом и Г. Ресселом в 1913 г. Их именами сейчас обычно называют диаграмму «спектр — абсолютная величина» (Г—Р диаграмма). В последнее время гораздо чаще употребляют аналогичную ей диаграмму «цвет — абсолютная величина», где в качестве характеристики температуры вместо спектра используется по-

казатель цвета $B - V$ (рис. 1), т. е. разность блеска звезды в синих и желтых лучах.

Создание теории звездной эволюции невозможно без знания источников энергии звезд.

С развитием ядерной физики становилось все более очевидным, что такими источниками должны быть ядерные реакции. В 1919 г. Э. Резерфорд произвел первое ядерное превращение. Основатель теории внутреннего строения звезд А. Эддингтон заметил по этому поводу, что возможное в лаборатории Резерфорда не может оказаться слишком трудным для Солнца.

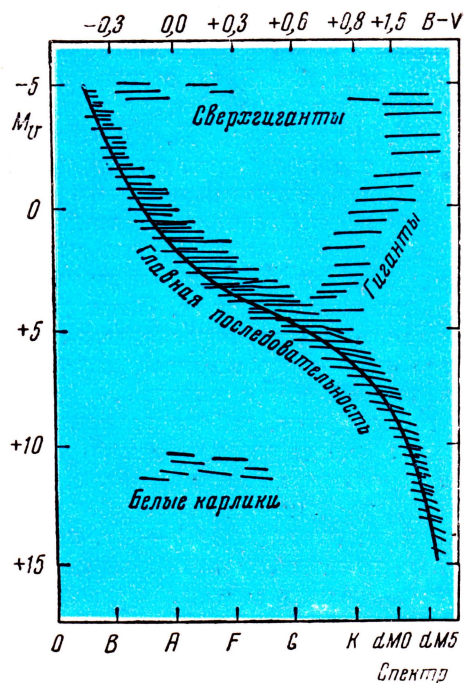


Рис. 1. Схема диаграммы Герцшпрунга — Рессела (Г—Р). По оси ординат отложены абсолютные величины; по оси абсцисс внизу — спектральный класс, вверху — показатели цвета $B - V$

В конце тридцатых годов Г. Бете и другие ученые пришли к выводу, что источник гигантской энергии, излучаемой звездами, — превращение ядер водорода в ядра гелия. Начался современный этап в изучении строения и эволюции звезд. Стало ясно, что время жизни самых горячих массивных звезд не может быть больше 10^6 — 10^7 лет. Они излучают так много энергии, что на больший срок в них не хватает водорода. Следовательно, эти светила намного моложе большинства звезд Галактики. Возраст Солнца, например, не может быть меньше нескольких миллиардов лет.

В. А. Амбарцумян, опираясь на этот факт и на обнаруженную им тенденцию молодых горячих звезд образовывать неустойчивые группировки — звездные ассоциации, в 1947 г. пришел к выводу, что звездообразование в Галактике продолжается и в наше время, что звезды образуются совместно, группами (рис. 2). После этого открытия стало очевидным, что раз у звезд самый разный возраст и происхождение, то особый интерес представляют диаграммы «цвет — абсолютная величина», построенные для отдельных звездных группировок, члены которых имеют общее происхождение и более или менее одинаковый возраст.

С конца сороковых годов началось широкое применение в астрономии фотоэлектрических фотометров, и это позволило повысить в десятки раз точность измерения звездных величин и показателей цвета. С 1953 г. все шире стала применяться трехцветная * фотометрическая система UVV, введенная Х. Джонсоном и В. Морганом, ставшая вскоре стандартной. Был разработан способ учета межзвездного поглощения света по наблюдениям в этой системе. Диаграммы разных скоплений стало возможным непосредственно сравнивать друг с другом и изучать их тонкие детали. Были построены диаграммы многих десятков звездных группировок, и это дало превосходный материал для проверки теоретических выводов.

С другой стороны, работа теоретиков, рассчитывавших модели внутреннего строения звезд и их эволюционные треки (т. е. пути, по которым звезда данной массы перемещается со временем на диаграмме Г — Р), крайне облегчилась с появлением в послевоенные годы электронных счетных машин. Огромный прогресс в изучении ядерных реакций также немало способствовал развитию теории.

В начале пятидесятых годов начали появ-

ляться работы М. Шварцшильда, А. Сэндейджа, Ф. Хойла, Е. Сальпетера и многих других ученых, развивавших теорию эволюции звезд постоянной массы, вещество которых не подвергается перемешиванию. У таких звезд химический состав изменяется лишь в центре звезды, где выгорает водород, и не происходит истечения вещества с поверхности звезды.

В те же годы В. Г. Фесенков, А. Г. Масевич, П. П. Паренаго и другие астрономы разрабатывали теорию эволюции звезд с убывающей массой и перемешиванием. Надо сразу сказать, что возможность перемешивания и потери вещества для большинства звезд представляется сейчас мало вероятной. Эта теория хуже объясняет особенности диаграммы Г — Р звездных скоплений, и теперь она оставлена большинством астрономов. Концепция Шварцшильда — Сэндейджа получила всеобщее распространение и признание.

Современная теория звездной эволюции предполагает происхождение звезд из холодной газово-пылевой материи. С этим мнением согласно сейчас подавляющее большинство астрономов.

В. А. Амбарцумян в свое время высказал предположение о происхождении звезд из особого рода дозвездных тел, находящихся в сверхплотном состоянии. Однако эти тела до сих пор не обнаружены наблюдениями. Следовательно, если они и существуют, то обладают совершенно иными свойствами, чем известные нам космические объекты. Главнейшим наблюдательным основанием для возникновения концепции сверхплотных тел была неустойчивость звездных ассоциаций и кратных систем типа Трапедии Ориона. Конденсация диффузного вещества может образовать лишь устойчивую систему звезд. Отсюда и родилось представление об образовании звезд из небольших и очень массивных тел. Однако неустойчивость звездных ассоциаций не обязательно должна быть связана с характером звездообразования. Например, уход из скопления больших масс пыли и газа может вызывать его неустойчивость.

В пользу происхождения звезд из диффузной материи прежде всего говорит тесная связь молодых звезд с газом и пылью. Звезды спектральных классов О и В, звездные ассоциации и молодые скопления вместе с диффузной материей концентрируются в спиральных рукавах Галактики. В формировании этих рукавов определяющую роль, по-видимому, играют магнитогидродинамические силы, управляющие распределением диффузного вещества и не влияющие на звезды. Последние довольно быстро, за срок 10^7 — 10^8 лет, уходят из рукавов, более или менее равномерно распределяясь в

* Т. е. такая, в которой блеск объекта измеряется в трех участках спектра в ультрафиолетовых, синих и желтых лучах.

плоскости Галактики. И если можно предположить, что звезды и газ совместно образуются из сверхплотных тел, то совершенно непонятно, как эти тела, на которые не влияют магнитные силы, могут концентрироваться и оставаться в спиральных ветвях. Непонятно также, как такие тела могли сконцентрироваться в плоскости Галактики.

В дальнейшем изложении мы будем основываться на представлении об образовании звезд из холодной газовой-пылевой среды, состоящей сначала почти целиком из водорода. Конкретный механизм гравитационной конденсации звезд еще не ясен. Считают, что вначале протозвезда — обширная конденсация холодного газа и пыли. Силы гравитации непрерывно сжимают протозвезду, в результате чего температура в центре ее растет, и тем быстрее, чем она массивнее.

Гравитационное сжатие остается единственным источником энергии звезды, пока температура в ее центре не достигнет значений, при которых становятся возможными термоядерные реакции — превращение водорода в гелий. У массивных звезд эта стадия занимает сотни тысяч лет, у звезд с массой, меньшей солнечной, — сотни миллионов лет.

Когда температура в центре звезды достигнет величины, при которой ядерные реакции идут достаточно интенсивно, чтобы компенсировать охлаждение с поверхности, сжатие звезды прекращается. Чем больше масса звезды, тем при большей температуре достигается равновесие. Энергетический выход реакции превращения водорода в гелий в сильной степени зависит от температуры. Этим и объясняется существование зависимости «масса — светимость» для звезд главной последовательности.

Дальнейшая эволюция звезды была рассчитана М. Шёнбергом и С. Чандрасехаром еще в 1942 г. Они считали, что вещество звезды не перемешивается и масса ее сохраняется постоянной. Водород в центральной части звезд постепенно «выгорает». Образуется гелиевое ядро, масса которого все время увеличивается. Светимость при этом должна медленно возрастать. Так продолжается до тех пор, пока масса гелиевого ядра не достигнет 10—12 % массы звезды (предел Шёнберга — Чандрасехара). Светимость звезды к этому времени увеличивается примерно на одну звездную величину.

Этап выгорания водорода в ядре — самый длительный в жизни звезды. Подавляющее большинство звезд мы наблюдаем именно в этой стадии. На диаграмме Г — Р они лежат в самой населенной области — на главной последовательности, перемещаясь от ее нижней границы к верхней. Самые массивные звезды

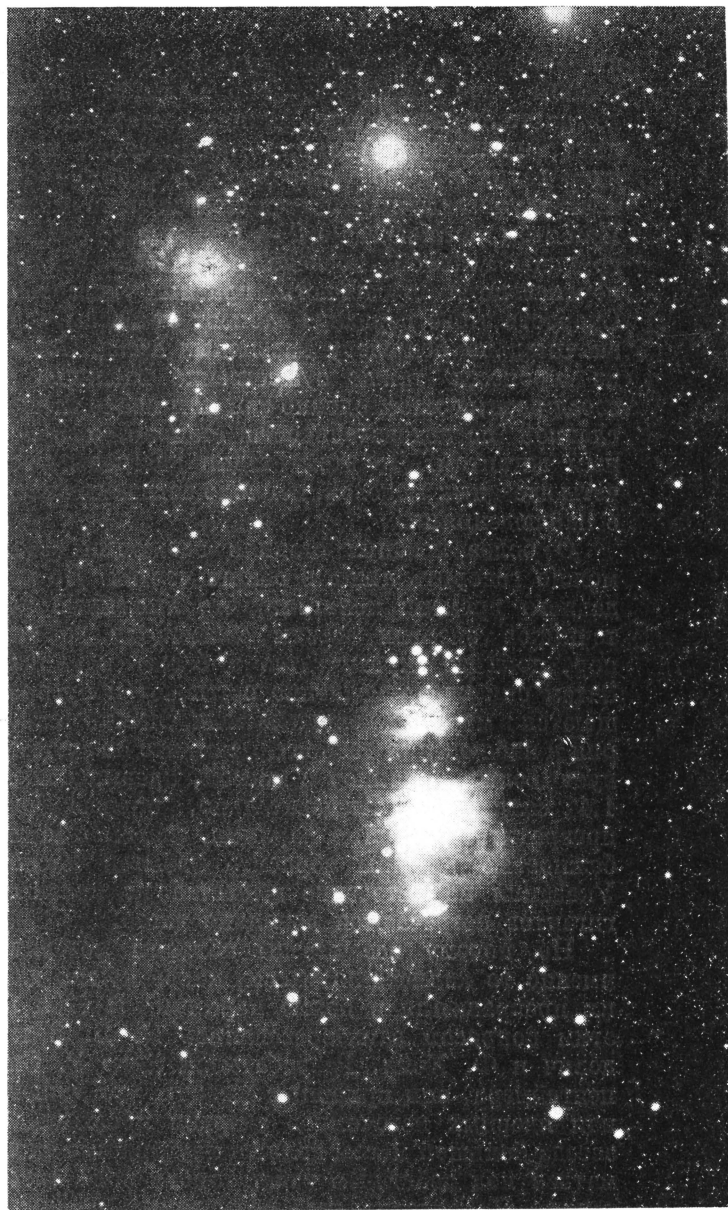


Рис. 2. Пояс Ориона и Большая туманность — область продолжающегося звездообразования. Снимок получен на 40-сантиметровом астрографе ГАИШ. Масштаб: $1^\circ = 3 \text{ см}$.

находятся в этой стадии сотни тысяч, а звезды с массой около солнечной — несколько миллионов лет.

Важнейший шаг вперед был сделан в 1952 г. А. Сэндейджем и М. Шварцшильдом. Они рассчитали эволюционный путь звезды после достижения ею предела Шёнберга — Чандрасехара. Оказалось, что после этого должно начаться сжатие ядра звезды, лишенного теперь источников энергии, и одновременное расширение

ние оболочки. Энергия выделяется лишь в тонком слое водорода, окружающем ядро. Когда температура ядра станет достаточно велика, начинается реакция превращения трех ядер гелия в ядро углерода. Эта реакция отныне служит главным источником энергии звезд. При этом на диаграмме Г — Р звезда с верхней границы главной последовательности быстро перемещается в область красных гигантов. Скорость этого перехода зависит от массы, она значительно больше у массивных звезд. Физика процесса также существенно различна у звезд разных масс, однако так или иначе звезда главной последовательности становится красным гигантом. До этой стадии доведены расчеты звездных моделей, неплохо согласующиеся с наблюдениями.

О более поздних стадиях эволюции звезд можно говорить лишь в общих чертах. До недавнего времени полагали, что лишенные источников энергии звезды сжимаются до тех пор, пока не превратятся в белые карлики. Затем они очень медленно остывают и превращаются в мертвые холодные тела. Однако и теория и наблюдения говорят о том, что не существует белых карликов с массой, превышающей 1,4 солнечной. Следовательно, прежде чем превратиться в белые карлики, звезды с неизбежностью должны сбросить избыток массы. Указания на истечение вещества из красных гигантов встречаются довольно часто.

Но почему все звезды обязаны потерять именно то количество массы, какое нужно для их превращения в белые карлики? В 1963 г. этим вопросом заинтересовались Я. Б. Зельдович и Ф. Хойл. Разрабатывая идею Р. Оппенгеймера, они пришли к выводу, что лишенная ядерных источников энергии и остывшая звезда большой массы должна неуклонно сжиматься под действием собственного поля тяготения. Происходит так называемый гравитационный коллапс звезды, в результате которого звезда исчезает для внешнего наблюдателя! К такому парадоксальному выводу приводит эйнштейновская теория тяготения, применение которой необходимо в случае сильных гравитационных полей. По мере приближения радиуса звезды к так называемому гравитационному радиусу* для внешнего наблюдателя все процессы на ее поверхности замедляют-

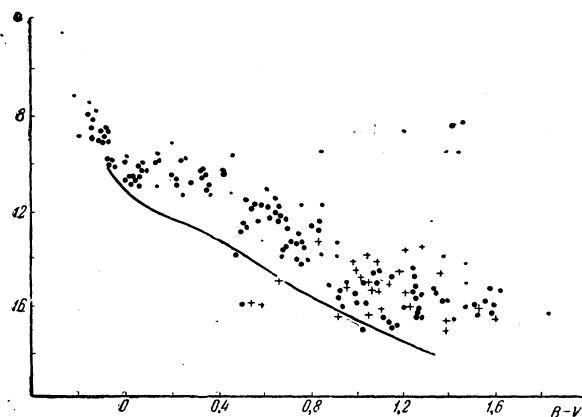
ся (замедляется ход времени!) и по достижении этого радиуса замирают вовсе. Силы тяготения не выпускают электромагнитное излучение, и звезду можно обнаружить лишь по ее гравитационному полю.

Есть ли основания считать, что сколлапсировавшие звезды действительно существуют? Может быть, все звезды просто теряют массу? Существует мнение, что потерять массу, равную нескольким солнечным, звезда может, лишь взорвавшись как Сверхновая. Но если все звезды большой массы в конце своей жизни вспыхивают как Сверхновые, частота таких вспышек должна быть намного больше наблюдаемой. Возможно, большим числом сколлапсировавших звезд объясняется наблюдаемое в некоторых галактиках аномально большое отношение массы к светимости.

Общая теория относительности до сих пор применялась в астрономии, лишь когда речь шла о космологических проблемах. Теперь становится очевидным, что учет релятивистских эффектов может существенно изменить многие наши представления об эволюции звезд и галактик.

Таковы, согласно теории, контуры жизненного пути звезд. Сравним их с наблюдениями, с диаграммой «цвет — светимость» скопления разных возрастов. Поскольку в первом приближении возраст звезд скопления и их начальный химический состав можно считать одинаковыми, положение данной звезды на диаграмме зависит от ее массы, определяющей скорость эволюции. Число звезд в том или ином участке

Рис. 3. Диаграмма «цвет — величина» рассеянного скопления NGC 2264 (Уокер). Кривая показывает положение начальной главной последовательности. Крестиками обозначены нестационарные звезды



* Гравитационный радиус — это такой радиус, при котором полная энергия тела равна его гравитационной энергии ($mc^2 = \frac{\gamma m^2}{R}$). Гравитационный радиус ничтожен по сравнению с реальным (для Солнца он равен 1,5 км).

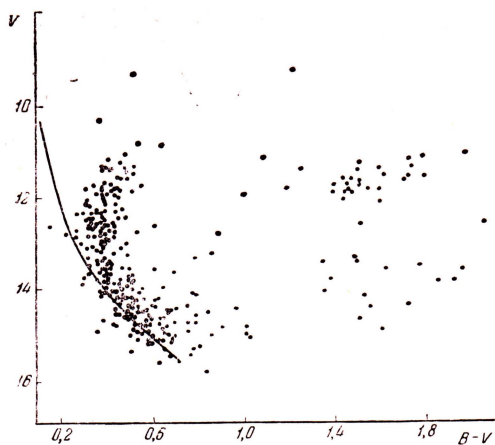


Рис. 4. Диаграмма «цвет — величина» рассеянного скопления М 11 (Джонсон, Сэндейдж). Справа внизу в основном звезды фона, не принадлежащие к скоплению

диаграммы должно быть пропорционально времени, в течение которого звезда имеет соответствующие температуру и светимость.

Главная последовательность, как уже говорилось, содержит звезды, находящиеся в наиболее длительной стадии превращения водорода в гелий. Звезды в стадии гравитационного сжатия должны двигаться к главной последовательности справа — температура их растет, а те, в которых только начинается выгорание водорода, должны находиться на нижней границе главной последовательности. Эта линия одинакова для всех скоплений и называется начальной главной последовательностью. С течением времени отходят вверх от этой линии все менее и менее массивные звезды, и поэтому, чем ниже точка отклонения звезд от начальной главной последовательности, тем старше скопление. Во многих скоплениях, за исключением самых молодых, наблюдаются также красные сверхгиганты и гиганты. Это звезды, которые пришли с верхнего конца главной последовательности скопления, т. е. самые массивные, быстро эволюционирующие звезды скопления. В промежутке между главной последовательностью и гигантами звезд мало: этот путь проходит очень быстро.

Посмотрим с этой точки зрения на диаграммы «цвет — величина» нескольких рассеянных скоплений. На диаграмме очень молодого скопления NGC 2264, полученной М. Уокером (рис. 3), можно видеть, что большинство его слабых звезд находится правее начальной главной последовательности: они еще в стадии гравитационного сжатия. Среди них (отмечены крестиком) много переменных звезд типа RW

Возничего и звезд с эмиссионной линией водорода H_{α} . Явления нестационарности, наблюдаемые у этих звезд, — неправильные, часто быстрые колебания блеска; изменения в их спектрах также свидетельствуют о крайней молодости этих звезд. Процессы, наблюдаемые на Солнце, между прочим, часто сейчас рассматривают как угасающие последствия его «бурной молодости».

На диаграмме скопления М 11 (рис. 4), наоборот, самые яркие звезды отклоняются от начальной главной последовательности; они уже эволюционируют к верхней границе главной последовательности, приближаясь к пределу Шёнберга — Чандрасехара. Самые массивные звезды скопления уже прошли этот путь и превратились в красные гиганты. Их можно найти в правом верхнем углу диаграммы. Следует помнить, что среди звезд, изображенных на диаграммах, может быть примесь звезд фона, особенно среди более слабых. Возраст NGC 2264 — несколько миллионов, возраст М 11 — около ста миллионов лет.

Сводная диаграмма «цвет — абсолютная величина» нескольких скоплений, составленная А. Сэндейджем (рис. 5), убедительно показывает, что достигающая одной звездной величины ширина верхней половины главной последовательности звезд галактического поля естествен-

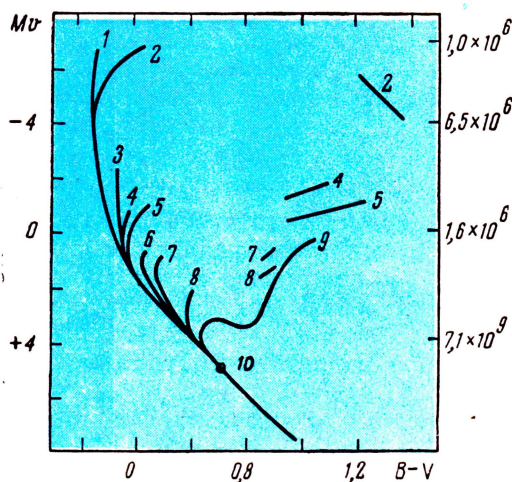


Рис. 5. Сводная диаграмма «цвет — абсолютная величина» рассеянных скоплений (Сэндейдж). Справа указан возраст (в годах) скоплений, у которых точка отклонения главной последовательности от начальной лежит на данном уровне. Цифры означают следующие скопления: 1 — NGC 2362; 2 — η и χ Персея; 3 — Плеяды; 4 — М 41; 5 — М 11; 6 — Волосы Вероники; 7 — Ясли; 8 — NGC 752; 9 — М 67; 10 — положение Солнца

но объясняется различным возрастом звезд*. Одно из рассмотренных на диаграмме скоплений, h и χ Персея, показано на рис. 6. Диаграмму Сэндейджа любопытно сравнить с теоретическими линиями равного возраста (рис. 7). Пересекающие эти линии кривые — эволюционные треки звезд разных масс. Диаграммы рассеянных скоплений, как отмечает М. Шварцшильд, обнаруживают поразительное качественное и удовлетворительное количественное согласие с теорией.

Теория Шварцшильда — Сэндейджа удовлетворительно объясняет и диаграммы «цвет — величина» шаровых скоплений, столь отличающихся от привычных нашему взору (рис. 8). Положение точки отклонения звезд скопления от начальной главной последовательности указывает на очень большой возраст шаровых скоплений — несколько миллиардов лет. Вверх от главной последовательности сейчас уходят звезды, масса которых несколько больше солнечной.

Более массивные звезды уже окончили свой жизненный путь. На уходящей вправо вверх ветви красных гигантов звезды проводят гораздо меньше времени, чем вблизи главной последовательности, и поэтому можно думать, что массы звезд, находящихся на этой ветви, примерно одинаковы — они произошли из очень небольшого отрезка главной последовательности, где эволюция идет очень медленно. Поэтому ветвь гигантов шарового скопления примерно совпадает с эволюционным треком** звезд с массой, несколько превышающей солнечную. Полуэмпирические пути эволюции А. Сэндейджа (рис. 9) и расчеты М. Шварцшильда и Ф. Хойла неплохо согласуются с наблюдениями.

Интерпретация горизонтальной ветви зна-

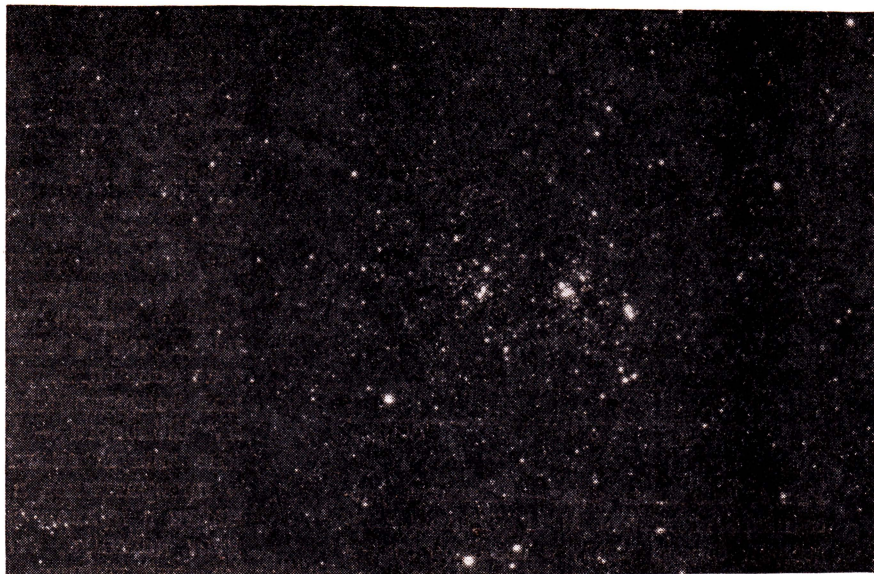
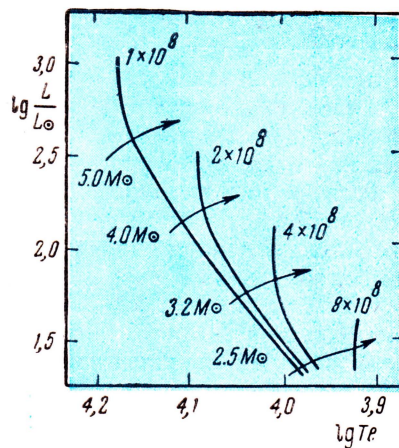


Рис. 6. Молодое и богатое рассеянное скопление h и χ Персея с двумя ядрами. Снимок получен на 40-сантиметровом астрографе ГАИШ. Масштаб: $1'' = 3$ см

Рис. 7. Теоретические линии равного возраста на диаграмме «светимость — эффективная температура» (Шварцшильд). Цифрами указаны возраст этих линий в годах и эволюционные треки звезд разных масс



чительно сложнее. Общепринятого объяснения нет до сих пор. В отличие от А. Сэндейджа ряд астрономов, в том числе М. Шварцшильд, считает, что на горизонтальной ветви эволюция идет слева направо. В последнее время московский астроном П. Н. Холопов указал на различие масс ярких звезд шаровых скоплений, чего не должно быть, если верна схема Шварцшильда — Сэндейджа. Он считает, что ветвь гигантов может быть образована звездами,

* Звезды с массой Солнца и менее массивные эволюционируют так медленно, что даже самые старые из них не успели отойти далеко от начальной главной последовательности.

** В общем случае, как должно быть ясно из вышеизложенного, последовательности на диаграммах «цвет — светимость» звездных скоплений представляют не эволюционные треки, а изохроны, т. е. линии равного возраста для звезд с разными массами.

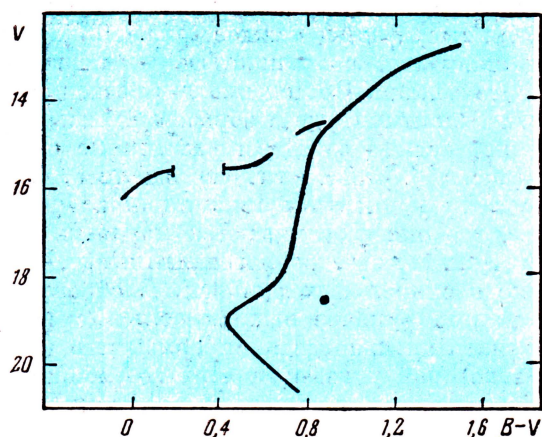


Рис. 8. Схематическая диаграмма «цвет — величина» шарового скопления М 3 (Сэндейдж). Вертикальные черточки ограничивают область, занимаемую звездами типа RR Лиры

пришедшими с разных участков главной последовательности.

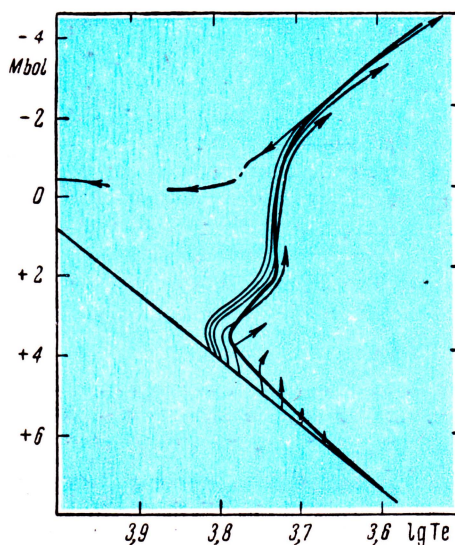
М. Шварцшильд еще в 1940 г. заметил, что на горизонтальной ветви шаровых скоплений есть резко ограниченный участок, на котором либо вовсе нет звезд, либо же все они переменные типа RR Лиры. Отсюда легко сделать вывод, что переменные этого типа — определенная стадия эволюции звезд, а не уродцы от рождения, обреченные пульсировать всю жизнь. Так начинают думать и о многих других типах переменных звезд. Мы уже видели, что переменные типа RW Возничего — очень молодые звезды. Крымский астроном И. М. Копылов обращает внимание на то, что переменные звезд главной последовательности, как правило, находятся у ее верхней границы. (Это звезды типа β Большого Пса, магнитные переменные и ряд других.) Это обстоятельство, по мнению И. М. Копылова, объясняется тем, что именно здесь, у предела Шёнберга — Чандрасехара, происходит перестройка структуры звезды. Из-за нарушения равновесия в этот момент возможно появление пульсации, нарушение устойчивости оболочки и т. п.

Особый интерес представляет вопрос об эволюционной стадии цефеид. Существование зависимости «период — светимость» делает их, как говорит Х. Шепли, самым важным видом звезд. Положение на диаграмме «цвет — величина» нескольких цефеид — членов рассеянных скоплений — позволило А. Сэндейджу предположить, что стадию цефеид проходят звезды, которые были на главной последовательности В-звездами, а теперь эволюциони-

руют в красные сверхгиганты. Эту гипотезу подкрепляет то обстоятельство, что цефеиды с большими периодами встречаются лишь в молодых скоплениях. По мере увеличения возраста скопления все менее и менее массивные звезды вступают в стадию цефеид, а чем больше масса цефеиды, тем больше ее период. Удивительное сходство кинематических характеристик и пространственного распределения ранних звезд и цефеид находит теперь естественное объяснение.

Все ли звезды в некоторых участках диаграммы Г — Р должны быть переменными того или иного типа? Этот вопрос ясен лишь для звезд типа RR Лиры. Определенное соотношение светимости и температуры, может быть, лишь необходимое, но еще недостаточное условие для возникновения переменности блеска. По мнению И. М. Копылова, важную роль здесь играет осевое вращение звезды. Роль переменных звезд в звездной эволюции начинает привлекать все больше внимания. Не случайно этой проблеме был посвящен специальный симпозиум, о котором рассказано в статье Г. С. Царевского, опубликованной в данном номере журнала (стр. 63).

Рис. 9. Диаграмма «абсолютная болометрическая величина — эффективная температура» шарового скопления М 3 (Сэндейдж). Указаны начальная главная последовательность и полуэмпирические эволюционные треки звезд разных масс. Жирная линия — геометрическое место этих треков, соответствующее возрасту скопления (около $5 \cdot 10^9$ лет)



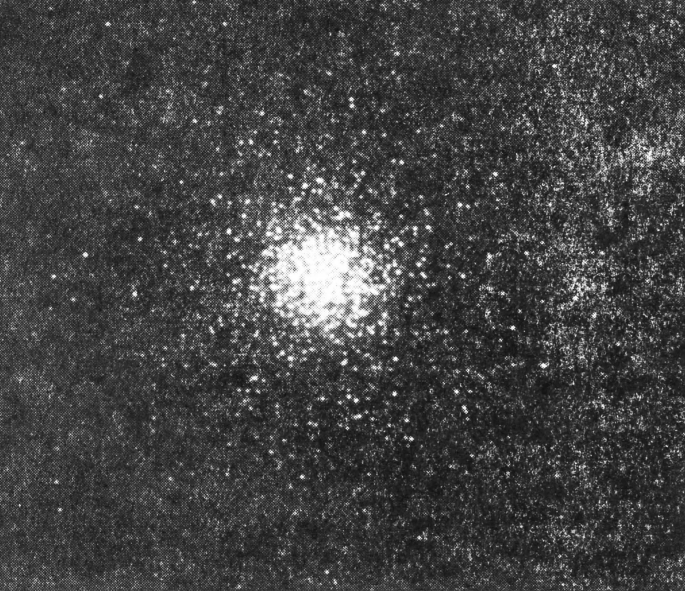


Рис. 10. Шаровое звездное скопление М 3. Снимок Г. А. Пономаревой в касегреновском фокусе 70-сантиметрового рефлектора ГАИШ. Масштаб: $1' = 1 \text{ см}$

В заключение набросаем контуры эволюции Галактики, как они рисуются сейчас большинству ученых. В сжимающемся сферическом газовом облаке — первоначальной Галактике — происходила гравитационная конденсация отдельных газовых сгустков. Они дали начало

шаровым звездным скоплениям, содержащим десятки тысяч звезд каждое (рис. 10). Система этих скоплений сохранила форму первичного газового облака. Постепенно газ оседал к плоскости Галактики, где и образовывались гораздо более бедные звездами рассеянные скопления (рис. 11). Запасы газа истощались. Сейчас его остатки концентрируются в спиральных рукавах, где они удерживаются магнитными силами. Поэтому звездообразование и идет сейчас только в спиральных рукавах. В образовании спиральных рукавов важная роль может принадлежать активности ядра Галактики, на значение которой указывает В. А. Амбарцумян.

В рамках этой схемы, как считает П. Н. Холопов, следует говорить об отсутствии принципиальных различий между шаровыми и рассеянными скоплениями. Срок жизни бедных звездами рассеянных скоплений невелик, они довольно быстро распадаются, и мы наблюдаем лишь более молодые из них, образовавшиеся из газа, уже сконцентрировавшегося в плоскости Галактики. Древние шаровые скопления существуют и до сих пор, и среди них нет молодых, ибо в нашей Галактике массивные сгустки газа были давно исчерпаны. Молодые шаровые скопления есть в Большом Магеллановом Облаке — по внешнему виду и числу звезд такие скопле-

Рис. 11. Рассеянное звездное скопление М 35. Стрелками указано далекое скопление NGC 2158, промежуточное по своим характеристикам между шаровыми и рассеянными скоплениями. Снимок получен на 40-сантиметровом астрографе ГАИШ. Масштаб: $1^\circ = 3 \text{ см}$



ния не отличаются от шаровых (например, NGC 1866, содержащее и классические цефеиды), но диаграммы их гораздо ближе к диаграммам рассеянных скоплений. Немногочисленные рассеянные скопления нашей Галактики — М 67, NGC 188 и др., диаграммы которых похожи на диаграммы шаровых скоплений, не случайно расположены вне плоскости Галактики, где у них было бы меньше шансов уцелеть; к тому же это довольно богатые и, следовательно, устойчивые образования.

Таковы современные представления о жизни звезд. Теория звездной эволюции используется сейчас почти во всех работах по звездной астрономии и астрофизике, и существенный пересмотр ее положений может вызвать далеко идущие последствия. Например, при определении расстояний рассеянных скоплений опираются на положение начальной главной последовательности, указываемое теорией; от расстояний этих скоплений зависит нуль-пункт зависимости «период — светимость», определяемый теперь по светимости цефеид — членов скоплений. А эта зависимость определяет масштаб расстояний во Вселенной, от кото-

рого, в свою очередь, зависит и ее «экспансионный возраст», и средняя плотность вещества, определяющая направление эволюции Вселенной, и выбор между двумя возможностями — является ли Вселенная замкнутой или же бесконечной!

Теория сталкивается с некоторыми трудностями, но ни одна из них не может считаться непреодолимой. Новые наблюдения или расчеты снимают одну трудность за другой. Конечно, неизбежно дальнейшее развитие теории, но большинство астрономов склоняется к мысли, что в первом приближении мы уже сейчас знаем, как эволюционируют звезды, по крайней мере, на главной последовательности и близ нее.

ЧТО ЧИТАТЬ О ЖИЗНИ ЗВЕЗД

1. С. А. Каплан. Физика звезд. Физматгиз, 1961.
2. И. С. Шкловский. Вселенная, жизнь, разум. Изд. АН СССР, 1963.
3. М. Шварцшильд. Строение и эволюция звезд. Изд. иностр. лит., 1960.
4. «Происхождение и эволюция звезд». Сб. статей. Изд. иностр. лит., 1962.



НАИМЕНЬШАЯ ИЗВЕСТНАЯ ЗВЕЗДА

Астроном Лейтен при поисках звезд с большими собственными движениями на снимках, полученных 48-дюймовым телескопом системы Шмидта на обсерватории Маунт Паломар, обнаружил очень слабую голубоватую звезду — белый карлик, получивший обозначение LP 768-500. Звездная величина ее 18,2, собственное движение 1",18 в год. В правдоподобном предположении, что тангенциальная скорость равна 80 км/сек, годичный параллакс получается равным 0",070, что соответствует расстоянию около 46 световых лет.

Из этих данных светимость звезды получается 1/100 000 солнечной, или в 160 раз меньше светимости нормального белого карлика, а диаметр — в 1000 раз

меньше диаметра Солнца, или 0,1 диаметра Земли.

Таким образом, диаметр этой карликовой звезды лишь вдвое превосходит диаметр наибольшего из астероидов — Цереры (770 км). Средняя плотность ее в 1000 раз больше, чем у известной звезды Ван-Маанена. 1 см³ вещества звезды LP 768-500 весил бы на Земле 1000 т.

Спектр этого наименьшего известного белого карлика почти совершенно сплошной, с едва заметными широкими линиями поглощения водорода.

НЕОБЫЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА ВЕНЕРЕ

Сотрудники Астрономической обсерватории Харьковского университета О. Стародубцева и И. Белкина обнаружили на фотографиях Венеры, сделанных через ультрафиолетовый светофильтр, большое темное пятно вблизи терминатора, занимающее около 1/3 освещенной части диска Венеры.

Впервые пятно наблюдалось 9 марта 1964 г. Пятно вновь появилось полгода спустя, в сентябре 1964 г. Под руководством академика АН УССР Н. П. Барабашова были организованы измерения, фотографирование и спектрографирование этого необычного образования. Как показали спектрограммы, пятно уверенно выделяется на длинах волн короче 4000 Å. Будущие исследования, позволят выяснить его природу.



В астрономических ежегодниках указывается «начало весны»: 1964 г. — 20 марта 17 часов 10 минут; 1965 г. — 20 марта 23 часа 05 минут; 1966 г. — 21 марта 4 часа 53 минуты.

Какой момент принимается за «начало весны» и почему в разные годы он приходится на разное время?

(Ответ на стр. 49)

ТЕКТИТЫ — ЗЕМЛЯ ИЛИ КОСМОС?

Г. Г. ВОРОБЬЕВ,
*кандидат
геолого-минералогических наук*

ЧТО ТАКОЕ ТЕКТИТЫ?

Однажды на Цейлоне в галечнике копеек самоцветов были найдены куски темно-зеленого прозрачного тела. Они не походили на известные драгоценные камни. Поэтому их приняли за обыкновенное стекло и выбросили в отвалы пустой породы. Подобная же находка, но в другом месте и в другое время, была сделана Чарльзом Дарвином. Совершая в 1831—1836 гг. кругосветное путешествие на «Бигле», великий английский натуралист посетил остров Тасманию и здесь прямо на поверхности земли нашел стеклянные шары неизвестного происхождения. Ученый принял их за вулканические бомбы, но так как вулканов поблизости не было, то он предположил, что шары занесли сюда кочующие туземцы. В 1936 г. геологи США в поисках нефти встретили в осадочной породе несколько черных блестящих галек, которые оказались тверже обычного стекла и сначала были приняты за черные алмазы. Однако более тщательный осмотр не подтвердил это предположение, и под условным названием «вулканические стекла» гальки направили в музей для дальнейшего изучения.

В описанных трех характерных случаях были обнаружены тектиты. Но люди еще не знали, что представляли собой их находки. На Цейлоне находка утрачена. Открытие же Дарвина, хотя и было истолковано неверно, но содействовало новым находкам почти на всей территории Австралийского материка и помогло отождествить их с известными в Европе тектитами. За первыми открытиями в США быстро последовали другие, а так как со времени Дарвина появилась обширная литература о тектитах, то американские геологи сравнительно быстро поняли, с чем имеют дело.

Так что же такое тектиты? Этот термин (от греческого слова «тектос» — оплавленный) был введен в 1901 г. австрийским естествоиспытателем Францем Зюссом. К тому времени

уже было известно, что однотипные черные и зеленые стекла, часто округлой формы, с оригинальной поверхностной структурой встречаются в различных районах земного шара и носят местные названия. Будучи стеклянными телами, тектиты по составу и свойствам совсем не похожи на промышленные и вулканические стекла, равно как и на другие горные породы. Происхождение их до сих пор представляет загадку, над решением которой трудятся ученые разных стран.

Тектиты относятся к числу проблем, не нуждающихся в ложной занимательности. Такие проблемы увлекательны и романтичны сами по себе. В настоящей статье рассказывается главное, что известно сейчас о тектитах. Попутно статья ставит и другую цель — вовлечь читателей в ряды исследователей тектитов. Если Вы геолог, горняк, мелиоратор, рабочий на земляных работах, учитель или просто любитель-краевед, то можете принять участие в поисках тектитов, ибо каждая новая находка — ценный вклад в науку и объект дальнейших исследований, которые несомненно приведут к правильному решению проблемы. О всех находках следует сообщать в Комитет по метеоритам Академии наук СССР (Москва, В-313, ул. Марии Ульяновой, 3).

ОТ КАМЕННОГО ВЕКА ДО НАШИХ ДНЕЙ

Тектиты известны очень давно. Изучение стоянки пещерного человека в Вилленсдорфе на Дунае показало, что еще 25 000 лет назад пещерные люди применяли их в орудиях труда. На Филиппинах в каменном веке из них готовили наконечники стрел, а в погребениях железного века встречаются прекрасно отполированные тектиты, которые люди носили как амулеты и талисманы. В Индо-Китае тектиты известны, начиная с бронзового века. Описаны большие каменные статуи древних богов с

глазами, сделанными из полированных тектитов. Знает их и коренное население Австралийского материка.

Австралийский ученый Феннер пишет: «Не Чарльз Дарвин, а аборигены были первыми теоретиками австралитов (местное название тектитов — Г. В.). Жители внутренних частей страны (дьеру и соседние племена) знали их под названием «оога» и «мура-мура» вместе с ассоциирующими легендами... о «лучезарных глазах» и «глазах эму». Происхождение легенд основано на взглядах человека каменного века, наделившего австралиты могуществом... и применяющего их в качестве атрибутов мистики и магии, обычно для врачевания или вызывания дождя».

Другой австралийский ученый-этнограф Маунтфорд пишет, что тектиты «являются непременной принадлежностью «нунгари» (медицинских людей), подобно кристаллам кварца, с помощью которых врачуют лекари южных племен».

В пределах Центральной Азии шаманы, а затем буддийские монахи монгольского государства применяли тектиты для вызывания дождя и ветра. По данным известного монголиста Ренчина, в 1552 г. при осаде г. Казани их так использовали татары против войск Ивана Грозного. В Западной Африке тектиты вешают на шею в качестве амулетов или вываривают в воде и затем оmyваются полученным «силовым отваром».

Весьма любопытно, что на огромной территории восточного полушария еще в древности тектиты получили сходные названия: «посланцы неба», «лунные шары», «камни молнии», «громовые камни» — в Индонезии; «лунные камни», «экскременты звезд» — в Индо-Китае и Южном Китае; «экскременты грома», «экскременты звезд», «солнечные камни» — на Филиппинах и т. д.

Первое научное сообщение о тектитах сделано в 1788 г. И. Майером. Он писал: «В окрестностях Тейн на Молдаве (река в Чехии — Г. В.) часто встречаются красивые осколки зеленых стеклянных масс, равных по твердости гранатам, очень чистые и просвечивающие, обычно с прекрасной темно-зеленой окраской, продаваемые как хризолиты (ортосиликат магния и железа — Г. В.). Я не видел у них никакой формы, кроме аморфной в виде округлых галек и валунков; и сейчас они встречаются только в этих формах в рассеянных обломках на полях и вырытых дождевых канавах. Размер обломков превышает очень часто голубиное яйцо, а из некоторых экземпляров могут быть вырезаны набалдашники для тростей в 1 дюйм шириной и до 2 дюймов длиной».

Так как тектиты применялись в то время для не очень дорогих поделок, а по цвету напоминали зеленое бутылочное стекло, их называли «мнимыми хризолитами», «хризолитовыми обсидианами», «бутылочным камнем». Позднее по реке Молдаве, главному району находок, они получили наименование «молдавиты», а сейчас, в связи с переименованием реки (Влтава) — «влтавины».

Второй район распространения молдавитов находится в Моравии. Более нигде в Европе они достоверно не известны.

После находок Дарвина в Тасмании тектиты стали находить на большом пространстве Австралийского материка, в Индонезии, Индо-Китае, Южном Китае и на Филиппинах. Почти везде их сначала принимали за вулканические стекла (обсидианы), а потом условно называли «обсидианитами», подчеркивая этим их невулканическую природу.

Эпоха первооткрывателей тектитов в Юго-Восточной Азии охватывает последние 20 лет прошлого и первые 30 лет нашего столетия. Миллионы находок были сгруппированы по географическим и внешним признакам и получили вполне утвердившиеся местные названия: австралиты (Австралия и остров Тасмания), биллитониты (остров Биллитон, остров Борнео, полуостров Малакка и прилегающие территории), явайты или яваниты (остров Ява и прилегающие острова), индошиниты (Индо-Китай и смежные с ним страны), филиппиниты (включая ризалиты — по острову Ризал).

В 1934 г. тектиты нашли в Западной Африке на территории нынешнего государства Берег Слоновой Кости. Несколько раньше стеклянные тела, по своим свойствам занимающие промежуточное положение между тектитами и обсидианами, были описаны в Южной Америке (Перу и Колумбия). По сложившейся традиции они получили название «американиты», которое однако быстро устарело, так как совершенно типичные тектиты, резко отличающиеся от американитов, были найдены в Северной Америке.

Ныне тектиты продолжают находить в Индонезии (в частности, на острове Борнео), Австралии, США и Чехословакии. Однако вполне вероятно, что и в других странах (включая СССР) будут сделаны интересные находки.

СКОЛЬКО ИМ ЛЕТ?

В пустынных районах (например, в Австралии) тектиты встречаются на поверхности. В местностях с почвенным и растительным покровом они выступают при вспашке, расчистке

леса, а после сильных дождей их находят в канавах и различных ирригационных сооружениях. Тектиты часто содержатся в молодых галечниках, гравийных и песчаных осадках высохших рек. Исходные породы этих продуктов имеют различный состав и возраст. Поскольку основная масса золотых и оловянных руд добывается в россыпях — продуктах разрушения древних коренных пород, то и тектиты часто встречаются вместе с ними. Таким образом, в геологическом отношении тектиты представляют собой, как правило, молодые образования, возрастом не более нескольких миллионов лет, т. е. в сотни раз меньше большинства земных горных пород.

Геологический возраст определяется по относительному залеганию слоев горных пород и скорости их отложения. Более точные результаты дает радиоактивный метод. Полученные этим методом цифры подтверждают и уточняют геологические данные, за исключением тех случаев, когда из-за каких-либо внешних воздействий порода могла измениться и потерять часть продуктов распада своих радиоизотопов. В этом случае радиоактивный метод определяет не абсолютный возраст породы, а время, прошедшее после ее изменения. Поэтому применение радиоактивных методов в определении возраста тектитов привело к трудно сопоставимым результатам. Пока можно только сказать, что так называемый земной возраст тектитов колеблется для разных территориальных групп, и в основном отвечает возрасту вмещающих их пород. «Космический возраст» (время образования самого вещества) остается пока неизвестным.

ФОРМА И СТРУКТУРА — КЛЮЧ К РАЗГДКЕ

Большинство найденных тектитов имеет вполне определенные размеры — между лесным и крупным грецким орехом. Самые большие экземпляры весят сотни граммов и, как исключение, более одного килограмма. Только однажды, в 1935 г., французский минералог А. Лакруа обнаружил в Нижнем Лаосе несколько тысяч осколков одного громадного тектита, причем отдельные достигали нескольких килограммов. Совсем миниатюрные тектиты, как правило, обломки экземпляров нормальных размеров.

Форма тектитов преимущественно округлая: в виде шаров (часто полых) (рис. 1), эллипсоидов, яиц, груш, луковок (рис. 2), ка-

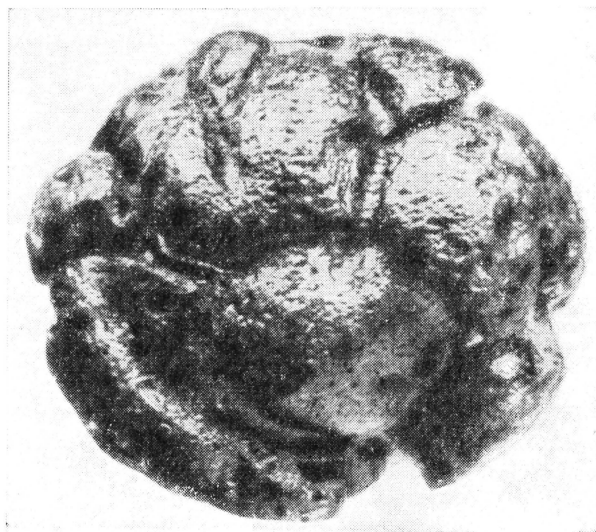


Рис. 1. Филиппинит в виде сморщенного шара

пель, пальцев. Иногда пальцы растягиваются и принимают форму гантелей. С другой стороны шары и эллипсоиды могут превращаться в диски, нередко с утолщением по краям (пуговицы, блюдца и лодочки) (рис. 3). Такие формы говорят о существовании первичного вязкого расплава тектитного вещества, которое под действием определенных сил подвергалось вращению и растягиванию. Нечто подобное можно наблюдать у продуктов атомных и вулканических взрывов. Опыты, проведенные американскими учеными, показали, что стеклянные тела приобретают форму тектитов, если входят в зону притяжения Земли под небольшими углами со скоростью 6,5—11,2 км/сек.

Не менее интересные сведения дает изучение поверхности (скульптуры) тектитов. Как известно, метеориты при полете через верхние слои атмосферы подвергаются поверхностному оплавлению с образованием струйчатых волноприбойных форм, названных регмаглиптами. Скульптура тектитов не похожа на регмаглипты, что можно объяснить скорее различным составом тектитов и известных нам метеоритов, чем различными процессами, воздействовавшими на их поверхность. В случае относительно большого земного возраста тектитов на первичную скульптуру накладываются элементы вторичных (геологических) процессов.

Внутреннее строение также говорит о процессах глубокого проплавления тектитного вещества. Хороший показатель этого — отсутствие кристаллитов (включений мелких кристаллов минералов) и наличие чистой аморф-

ной двуокиси кремния — лешательерита, известного на Земле только в силика-гlasses — продуктах плавления силикатных горных пород при ударе молнии, метеорита или взрыве атомной бомбы. Даже в современных промышленных условиях получение подобных высококремнистых чистых стекол довольно сложно, так как требует большого времени и высоких температур. Сравнительно недавно в тектитах из Филиппин автором этой статьи обнаружены полые полуокисленные шарики магнетита со следами никеля, подобные тем, которые сдуваются с метеоритов при полете и встречаются на поверхности Земли. Американские ученые проверили это открытие и нашли включения неокисленного вещества, отвечающего по составу метеоритному железу.

ЕЩЕ ОДИН СВИДЕТЕЛЬ

По химическому составу тектиты представляют собой аморфную кремнекислоту с растворенными в ней окислами других элементов.

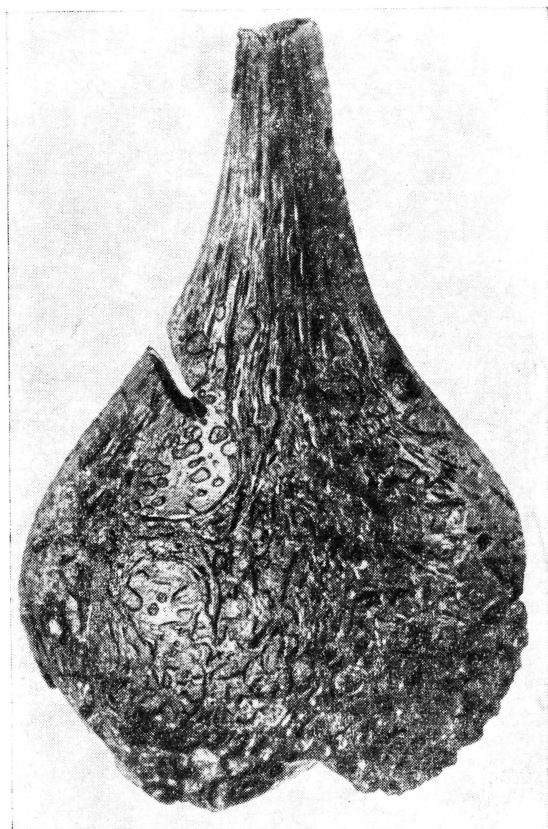


Рис. 2. Индошинит в форме луковицы

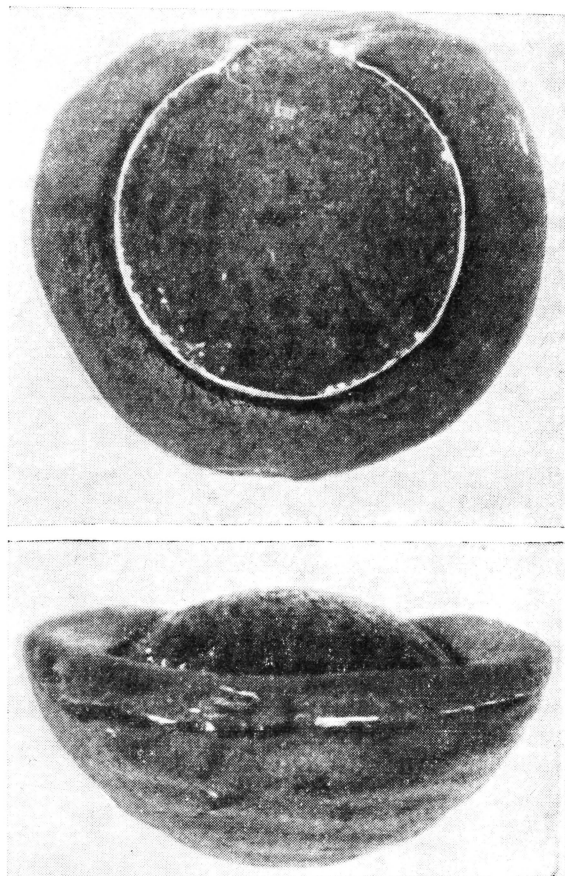


Рис. 3. Австралит в форме пуговицы

При большем количестве кремнекислоты содержание этих элементов соответственно уменьшается и наоборот. Между тем в природных стеклах и других горных породах такая закономерность не наблюдается. За полтора года на основе более сотни химических анализов выведен средний состав тектитов (в процентах):

SiO_2 . . . 73,29	MnO . . . 0,12
TiO_2 . . . 0,86	CaO . . . 2,76
Al_2O_3 . . . 12,04	MgO . . . 2,19
Fe_2O_3 . . . 0,79	Na_2O . . . 1,35
FeO . . . 4,48	K_2O . . . 2,44

Для отдельных тектитных полей характерны определенные вариации химического состава, причем значительно меньшие, чем у горных пород, и несколько большие, чем у метеоритов. В пределах одного и того же поля наблюдается закономерное изменение состава тектитов (особенно в отношении легколету-

чих компонентов) без видимой связи с геологией местности.

В общем состав тектитов очень специфичен и не отвечает ни одной изверженной или осадочной породе. По количеству кремнекислоты они относятся к кислым вулканическим породам, но по другим показателям (в частности, микроэлементам) приближаются к средним, основным, ультраосновным породам и даже к метеоритам.

На основе химического состава можно, следовательно, допустить, что либо тектитное вещество не имеет ничего общего с Землей, либо оно образовалось при смешении земных и космических компонентов.

Подтверждают этот вывод и некоторые другие химические признаки. Один из них — повышенное в некоторых тектитах количество микроэлемента никеля (до 0,1%), играющего важную роль во всех метеоритах. Другой — почти полное отсутствие воды. В среднем в тектитах в сто раз меньше воды, чем в вулканических стеклах, и в десять раз меньше, чем в плавленых породах, образующихся при взрывах атомных бомб. Можно сослаться и на редкий элемент германий, легко улетучивающийся при нагревании. Плавление песчаных пород при взрывах некоторых метеоритов сопровождается уменьшением в них германия в несколько раз. Тектиты содержат германия еще меньше, причем он распределен неравномерно: больше в средних частях, чем у поверхности.

Интересный результат дает изучение магнитных свойств тектитов, в частности, интенсивность намагничивания. У вулканических стекол она колеблется от 0 до 1760 условных единиц и более. При нагревании породы до температуры 1450°C пределы интенсивности намагничивания уменьшаются до 0—15. Так, у фульгуритов, продуктов удара молнии в песчаные породы, эта величина около 150, у продуктов взрыва атомных бомб — 6—8. Что касается тектитов, то у них нулевая интенсивность намагничивания.

РОДИНА ТЕКТИТОВ — КОСМОС

Давно прошло время, когда происхождение тектитов связывалось с древним стекольным производством, вулканическими извержениями, угольными пожарами, почвенно-гумидными и другими процессами, протекающими на Земле. Все накопленные факты определенно говорят, что тектиты образовались при высокотемпературном или достаточно продолжительном нагреве исходного силикатного вещества.

При застывании в условиях полета это вещество приобрело характерную форму и скульптуру. В дальнейшем тектиты подверглись вторичному нагреву, что отразилось главным образом на строении и составе поверхностных частей.

Условия, в которых обнаруживаются тектиты, показывают, что они падали на земную поверхность из космоса, а затем покрывались геологическими осадками. Отсюда следует, что австралиты, находимые на поверхности, по абсолютному возрасту более молодые, а молдавиты, залегающие в третичных глинах, — более старые.

Тектитные дожди выпадали на отдельных площадях в виде эллипсов рассеяния радиусом от нескольких сот до тысяч километров, но массой приблизительно одного порядка (до 1 млрд. образцов общим весом более 1000 т). Иногда на одну и ту же территорию выпадало несколько дождей. Пока невозможно сказать, происходило ли это явление на протяжении всей истории Земли или только в последние миллионы лет.

О том, что тектиты не могли образоваться на Земле при участии лишь геологических процессов, говорят многие факты. Так, повсеместный характер их распространения свидетельствует о грандиозных масштабах тектитообразования, а их свойства — об исключительной мощности этого процесса. Геологи не знают ничего подобного. Ни одна из известных горных пород не подвергалась такому высокотемпературному воздействию, как тектиты, и, может быть, поэтому так на них не похожа. Следовательно, остается принять, что в образовании тектитов прямо или косвенно участвовали космические процессы.

Вполне вероятно, что время от времени происходит столкновение Земли с кометами. Что происходит при этом, можно только догадываться. Сошлемся, например, на гипотезу академика В. Г. Фесенкова о связи Тунгусской катастрофы 30 июня 1908 г. с ударом кометы, когда воздушная волна от взрыва обошла весь земной шар.

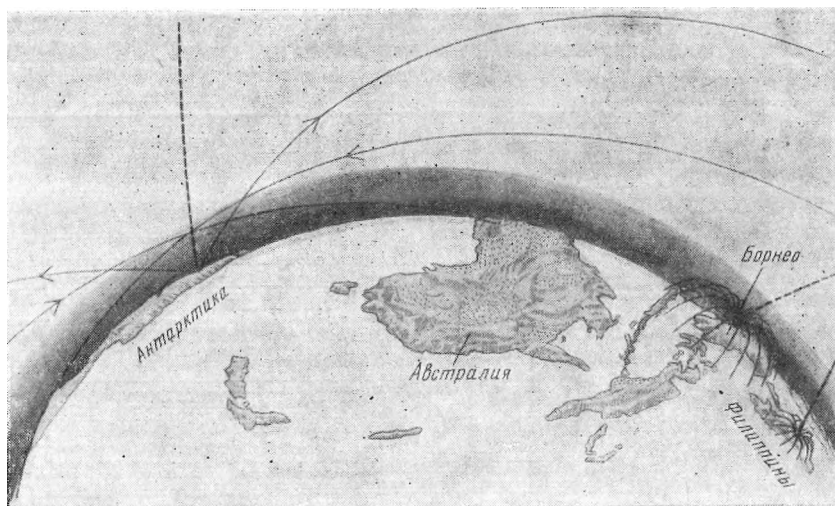
Ядра комет, состоящие из силикатных и железо-никелевых частиц в смеси с замороженными газами (водород, аммиак, метан), обладают большой кинетической и потенциальной энергией. По мнению американского астронома Юри, при столкновении комета могла расплавить земные породы и разбросать их на больших пространствах.

По данным другого исследователя — английского минералога Спенсера, тектиты могли образоваться при ударе огромных метеоритов о Землю. В некоторых метеоритных кра-

терах взрывного типа сейчас находят расплавленные силикатные породы в виде стекол с включениями плавленного кремнезема (лешательерит), которые не очень похожи на тектиты. Но все известные кратеры образованы железными метеоритами, и мы не знаем, что может случиться при падении колоссального каменного метеорита, который к тому же может послать брызги взрыва в космическое пространство и сделать их временными спутниками Земли. Эту гипотезу (включая астероидный вариант) в настоящее время развивает американский геолог Барнс. Так, открытие геофизиками в

сопредельных районов наблюдали редкое небесное явление, получившее по дню св. Кирилла название Потока Кириллид. Вот что писал об этом явлении ныне здравствующий канадский астроном Хант: «Около 9 часов 05 минут вечера в северо-западной части неба вдруг появилось огненно-красное тело, быстро приближающееся и растущее по величине; через некоторое время за ним показался длинный хвост... Струящийся хвост был такого же цвета, как голова, что создавало впечатление полета ракеты; ...Оно странным образом двигалось вперед по совершенно горизонтальной линии — ве-

Рис. 4. Схема образования тектитов при столкновении астероидов с Землей (по Барнсу; пунктирные линии — путь астероидов; сплошные — продуктов взрыва)



Антарктиде огромного кратера он отождествил с одним из тектитообразующих процессов (рис. 4).

Некоторые исследователи считают, что тектиты могли попасть на Землю с Луны при извержении лунных вулканов или при столкновении комет и метеоритов с лунной поверхностью. Детальные математические расчеты подтвердили вероятность этого. Авторы расчетов даже определяют источник австралитов — территорию в середине восточного полушария Луны.

По мнению американского астронома О'Кифа, лунный материал попадает на Землю по спиральным орбитам в виде компактных роев, рассеивающихся при торможении в атмосфере. Из-за малого угла входа (5°) тектиты превращались во временные спутники, совершавшие пол-оборота или более вокруг земного шара. Одно из таких падений могло произойти, по мнению О'Кифа, 9 февраля 1913 г., когда многие жители Североамериканского материка и

личественно и неторопливо, продолжая идти по этому курсу без видимого спада к Земле, и, достигнув юго-восточного края, спокойно исчезло вдали. ...Едва прошло удивление, вызванное первым метеором, как в том же самом месте на северо-западе появились другие тела. Они двигались вперед таким же неторопливым шагом, попарно, по три и по четыре, с тянущимися за ними хвостами, но не такими яркими и длинными, как в первом случае. И все они пересекли одну и ту же точку в юго-восточной части неба... После исчезновения этих тел во многих местах был отчетливо слышен грохот, подобно отдаленному грому или шуму экипажа, проезжающему по неровной дороге или через мост. В некоторых случаях различались три таких звука, следующих с короткими интервалами. Большое число людей чувствовало при этом сотрясение земли или дома... Полная продолжительность этого явления не была определена очень точно и составляла, по-видимому, 3,3 минуты».

Вулканический вариант «лунной» гипотезы происхождения тектитов приобрел много сторонников после получения фотографий обратной стороны Луны, интерпретация которых показала, что в период перехода нашего спутника в твердое состояние гравитация Земли оказывала влияние на лунные извержения, вследствие чего обращенная к нам сторона оказалась более богатой кратерами.

Существует и классическая метеоритная гипотеза, которую защищает один из крупнейших исследователей — австралиец Бейкер. Она рассматривает тектиты как особый стеклянный класс метеоритов — расплавленных продуктов внешней, кислой оболочки разрушившихся планет. С этой гипотезой хорошо согласуются два периода плавления тектитного

вещества (второй — при прохождении тектитов через атмосферу). Однако видимая стройность ее может оказаться только кажущейся, вследствие наших крайне скудных знаний о природе метеоритов. Земные процессы известны лучше и, естественно, первые две гипотезы вызывают больше возражений, а чисто земная гипотеза вообще отвергается.

Ныне собран обширный материал по исследованию тектитов. Состоялось две дискуссии на международных симпозиумах в 1958 и 1963 гг. Доказательство космического происхождения тектитов — большой шаг вперед. В дальнейшем объединенные усилия ученых разных стран позволят окончательно решить эту интересную и важную в наш космический век проблему.



ИНФРАКРАСНЫЕ СПЕКТРЫ ИО И ГАНИМЕДА

Научный сотрудник Государственного астрономического института имени Штернберга В. И. Мороз провел серию наблюдений инфракрасных спектров I и III галилеевых спутников Юпитера — Ио и Ганимеда. Напомним, что диаметры этих спутников довольно велики и равны для Ио — 3460 км (почти как у Луны), а для Ганимеда — 5070 км.

Исследования велись в области длин волн 0,7—2,5 мк. Для этого был применен специальный спектрометр с призмой из фтористого лития и сернистосвинцовым фотосопротивлением, присоединенный к 125-сантиметровому рефлектору Южной станции ГАИШ (шосеок Научный, Крым).

Сравнение со спектрами Солнца и Луны, а также планет солнечной системы показало любопытные особенности спектров обоих спутников Юпитера. Именно, зависимость отражательной способности (альбедо) Ио поразительно похожа на альбедо светлых областей Марса и близко соответствует лимониту — бурому железню, имеющему химическую формулу $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Правда, аль-

бедо Ио гораздо выше, чем у Марса.

Еще более интересные результаты получены для Ганимеда, спектр которого сильно напоминает спектр полярной шапки Марса и... колец Сатурна. Инфракрасный спектр всех трех объектов близко соответствует спектру солнечного света, отраженного от льда, снега или инея, для которого характерно наличие темных полос на длинах волн 1,5 и 2,0 мк и общее ослабление спектра на волнах короче 1,4 мк. В. И. Мороз считает поэтому, что поверхность Ганимеда покрыта льдом, если не вся, то в значительной части. Температура поверхности Ганимеда, по измерениям Б. Мэррея и Р. Уайлди на обсерватории Маунт Паломар (США), составляет 155° К (—118° С). Однако есть основания считать, что и эта температура завышена, и в подсолнечной точке температура Ганимеда не превышает 123° К, а в полярных областях 100—110° К. При таких низких температурах скорость сублимации (возгонки) льда ничтожна и устойчивый ледяной покров мог сохраниться в течение миллиардов лет.

ИЗ ЧЕГО СОСТОЯТ КОЛЬЦА САТУРНА?

Как сказано в предыдущей заметке, спектр колец Сатурна напоминает спектр льда. Предположение о том, что частицы, из которых состоят кольца Сатурна, покрыты инеем или даже льдом, было еще в 1947 г. высказано известным аме-

риканским астрономом Дж. Койпером, который, однако, наблюдал спектр колец с призмным спектрографом, дававшим малое разрешение (т. е. плохо выделявшим узкие интервалы длин волн) и имевшим на выходе прибора недостаточное отношение сигнала к шуму. В 1961 г. советский астроном В. И. Мороз (Государственный астрономический институт имени Штернберга), используя более совершенный прибор, подтвердил предположение Койпера.

Недавно В. И. Мороз использовал для этой цели созданный сотрудниками Института кристаллографии АН СССР Г. Д. Шныревым и Б. Н. Гречушниковым новый прибор — поляризационный интерферометр с переменной разностью хода лучей. Прибор был присоединен к 125-сантиметровому рефлектору Южной станции ГАИШ. Полученные интерферограммы были обработаны методом преобразований Фурье, и в результате их обработки получились картины распределения энергии в спектре диска и колец Сатурна. Новый метод позволил получить большое отношение сигнала к шуму и хорошее эффективное разрешение по длинам волн.

Обнаруженные особенности спектра колец Сатурна, расширение полосы у волны 1,4 мк, пониженная по сравнению с диском интенсивность спектра на длине волны 1,5 мк — хорошо согласуются с гипотезой о том, что кольца Сатурна состоят из ледяных частиц или, по крайней мере, из частиц, покрытых льдом.

ШТУРМАНЫ ВСЕЛЕННОЙ

В. П. СЕЛЕЗНЕВ,
профессор

Обживаются окрестности Земли. По различным околоземным орбитам проносятся десятки искусственных спутников. На небесных трассах все чаще появляются отважные космонавты. Каждый космический полет — новый шаг к освоению Вселенной. В этой величественной эпопее человеческих исканий рейс «Восхода-2» и выход космонавта А. А. Леонова из корабля в открытый космос — событие исключительного значения. Это прообраз будущих межпланетных путешествий.

Кто же отправится в первое межпланетное путешествие? Ученые и инженеры, журналисты и летчики, писатели и врачи спорят между собой, отстаивая право на полет. И при этом часто забывают, что полет на планеты солнечной системы невозможен без представителей особой профессии — штурманов.

Конечно, основные процессы навигационных измерений и вычислений должны выполняться автоматическими системами и вычислительными машинами. Однако навигация в бескрайних просторах Вселенной требует сложных логических операций, выполнить которые может только человек. Вот почему на космическом межпланетном корабле будет необходим специально обученный член экипажа — штурман.

Каков же круг вопросов, которыми должен заниматься штурман Вселенной? Каковы принципы построения автоматических навигационных систем? Чтобы ответить на эти вопросы, попробуем проследить, какие задачи решает космическая навигация на основных этапах полета, начиная с его подготовки.

ПОДГОТОВКА КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

Вполне естественно, что конечная цель космического путешествия согласована с техническими возможностями ракеты-носителя и космического корабля. Определена научная программа полета. Ученые приступают к расчетам траектории — от места взлета и выхода на орбиту до возвращения на Землю. При расчетах, основанных на законах небесной механики, учитываются силы тяготения Земли, Солн-

ца и тех небесных тел, вблизи которых будет пролетать космический корабль, а также силы тяги ракетных двигателей, силы сопротивления окружающей среды (особенно при полете в атмосфере), давление света и т. д. Большое значение для безопасности полета имеет выбор такой траектории, которая уменьшает возможность встречи корабля с метеорными потоками и опасными зонами интенсивной космической радиации.

При подготовке к рейсу заранее учитываются физические условия (ускорение силы тяжести, состав атмосферы и ее температура и т. п.) на небесном теле, на котором предполагается посадка космического корабля. Не малое значение для взлета с Земли имеют метеорологические условия атмосферы.

Задолго до старта определяются наиболее рациональные способы навигации, намечаются небесные ориентиры и «маяки» (самые яркие звезды, Солнце, Земля и некоторые планеты) и методы их наблюдения. Все расчетные материалы и предварительные сведения фиксируются на полетных картах, глобусах, в автоматических программирующих устройствах и системах «памяти» математических машин. Во время полета необходимая расчетная информация будет воспроизводиться на светящихся экранах.

СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Подготовительный этап закончен. Корабль оторвался от Земли и летит в бескрайнем межзвездном пространстве. Теперь успех путешествия и судьба экипажа зависят от того, сумеет ли штурман провести корабль по намеченной трассе.

Основная задача навигации в полете — определение параметров движения корабля (он рассматривается как твердое тело с переменной массой) относительно заданной системы отсчета или навигационной системы координат. В зависимости от характера рейса применяются различные навигационные системы координат. Так, при полетах в околоземном пространстве обычно принимают экваториальную систему

(рис. 1, а). Начало ее совмещено с центром Земли, основной плоскостью отсчета служит плоскость небесного экватора, а положение космического корабля определяется известными в астрономии координатами — прямым восхождением и склонением. Расстояние от корабля до центра Земли характеризуется длиной радиуса-вектора.

При полете в окосолнечном пространстве, например при путешествиях на Марс, Венеру и другие планеты, больше подходит система координат, связанная с Солнцем — гелиоцентрическая (рис. 1, б).

Угловые положения космического корабля удобно определять относительно системы координат, связанной с орбитой полета (рис. 1, в). Поскольку начало орбитальной системы координат совмещается с центром масс корабля, то его вращение вокруг вертикальной оси дает измерение курса, а вращение вокруг горизонтальных осей — продольный и поперечный крены. Такое вращение корабля или угловая ориентация требуются для того, чтобы направить в нужную сторону силу тяги двигателей, ориентировать фотоаппараты и научные приборы, особенно это важно в период входа корабля в атмосферу Земли или планет.

В ходе полета может возникнуть потребность переноса навигационной системы координат. Представим себе, что корабль удаляется от одного небесного тела и приближается к другому, например к Луне. В этом случае, конечно, рационально воспользоваться системой координат, связанной с Луной.

На летательном аппарате должны быть «копии» навигационных систем. Их роль выполняют стабилизаторы, основанные на различных принципах действия, а особенно астрономическом или гироскопическом.

Вообще гироскопы используются в самых различных технических устройствах. Самое широкое применение они находят в навигации. Благодаря тому, что при любых поворотах ось вращения свободных гироскопов остается неподвижной относительно инерциального пространства, они помогают ориентироваться в условиях космического полета. Однако существующие механические гироскопы, как бы они ни были точ-

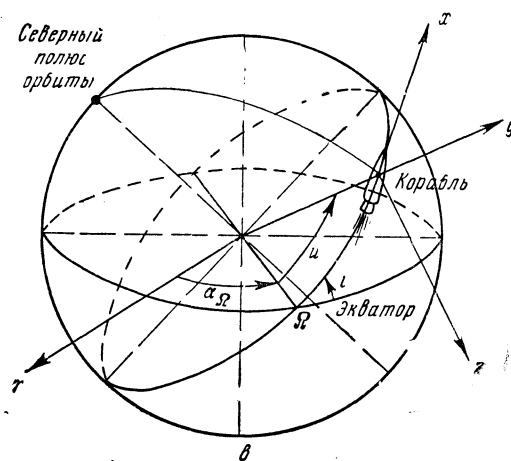
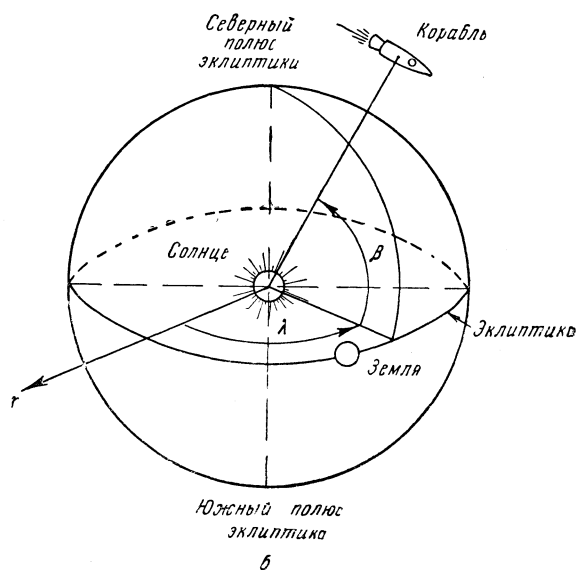
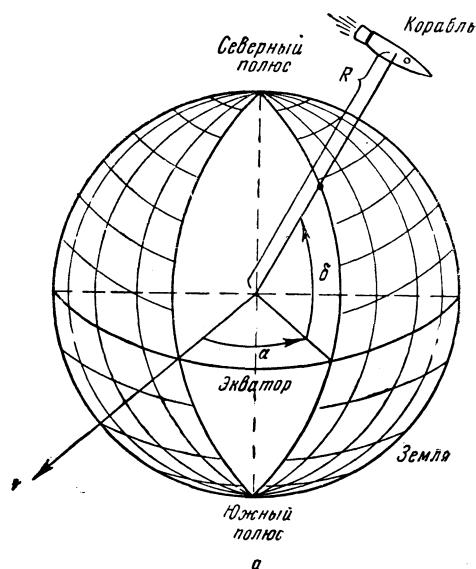


Рис. 1. Навигационные системы координат: а — экваториальная система координат: R — радиус-вектор, γ — точка весеннего равноденствия, в которой Солнце находится на фоне звезд 21 марта каждого года, α — прямое восхождение (долгота), δ — склонение (широта); б — гелиоцентрическая система координат: γ — точка весеннего равноденствия, λ — долгота, β — широта; в — орбитальная система координат: α_Ω — долгота восходящего узла, i — наклонение орбиты, u — аргумент широты

ны, не свободны от влияния трения. Судя по сообщениям печати, научные поиски в области физики и электроники привели к новым способам создания гироскопического эффекта. Так, система лазеров позволяет обнаружить весьма малые угловые скорости поворота платформы. Большое внимание привлекают гироскопы, основанные на использовании устойчивости вращения элементарных частиц. Ведутся поиски коренного усовершенствования механических гироскопов.

Создание лазерных, ядерных и усовершенствование механических гироскопов связано с преодолением технических трудностей, обусловленных еще недостаточно высоким уровнем развития радиоэлектроники и приборостроения. Однако можно уверенно говорить, что ненадежные и громоздкие механические гироскопы вскоре будут заменены малогабаритными и надежными устройствами без вращающихся деталей.

Космические летательные аппараты, конечно, будут оборудованы фотоэлектрическими системами, следящими за светилами. В таких устройствах световой поток, идущий от небесного тела, воспринимается телескопом, в фокальной плоскости которого помещается фотоэлемент. Сигналы фотоэлемента используются для наведения телескопа на центр яркости небесного тела. Фотоследящая за звездами система может служить «идеальным гироскопом», поскольку оптическая ось телескопа не вращается относительно инерциального пространства из-за огромных расстояний до звезд.

Но не только функции стабилизатора, способного с точностью до угловых секунд ориентировать систему координат, могут выполнять фотоследящие системы. Не менее важно то, что с их помощью можно определять расстояния до небесных тел, уровень радиации, смещение спектра излучения вследствие эффекта Доплера. Последнее можно использовать для измерения скорости полета относительно небесных тел.

Направление осей орбитальной системы координат на космическом корабле можно определять с помощью вертикали и курсового гироскопа (рис. 2). Однако построить вертикаль на борту космического корабля — весьма сложная задача. На Земле для этого достаточно простейшего прибора — отвеса. А как быть в том случае, когда отсутствует сила тяжести, т. е. в условиях невесомости? Конечно, можно, использовать градиент поля тяготения. Но выполнить это весьма трудно. Например, для того чтобы обнаружить разность полей тяготения в пределах объема, ограниченного размерами корабля, необходимы акселерометры

(приборы, воспринимающие ускорение) с необычайно высокой чувствительностью — порядка миллиардных долей ускорения свободно падающего тела у поверхности Земли.

Может быть, при построении вертикали имеет смысл пойти по другому пути и основываться на наблюдении горизонта Земли? Оказывается, есть и такие приборы (рис. 3), но они не вполне надежны, так как в определении гра-

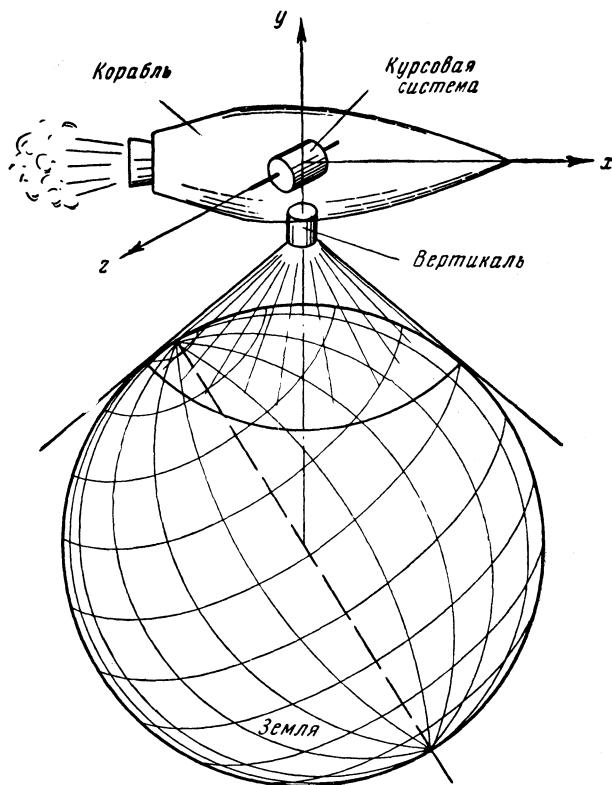


Рис. 2. Ориентация орбитальной системы координат с помощью гироскопической курсовой системы и оптической вертикали

ниц видимого горизонта могут быть погрешности. Вспомним некоторые детали из рассказа участников полета «Восхода». Они видели несколько слоев яркости атмосферы над горизонтом на освещенной стороне Земли, верхний слой яркости на высоте около 100 км, подсвеченный Луной, красочные полярные сияния. По-видимому, подобные световые явления могут затруднить наблюдения за горизонтом Земли и вызвать погрешности в определении вертикали.

Стабилизаторы, вертикаль и курсовая система используются как для навигационных измерений, так и для ориентации космического корабля.

НАВИГАЦИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Полет корабля в безбрежном космическом пространстве может длиться очень долго — недели, месяцы и годы. Действие внешних возмущений на летательный аппарат и ошибки в определении скорости, даже незначительные, способны постепенно привести к существенным отклонениям от заданной траектории. Если эти отклонения будут обнаружены на начальном или среднем этапе рейса, то маршрут можно восстановить с помощью ракетных двигателей при сравнительно небольшом расходе топлива.

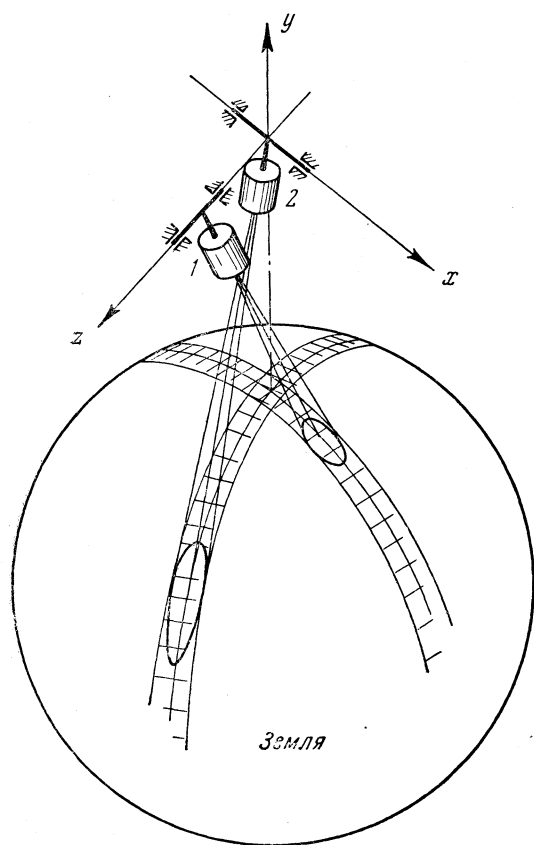


Рис. 3. Принципиальная схема сканирования телескопов оптической вертикали. Телескопы 1 и 2 вращаются вокруг осей X и Z; Y — направление вертикали

Исправление же траектории в конце пути связано со значительным расходом топлива и во многих случаях невозможно. Поэтому долг штурмана корабля — выполнять навигационные измерения своевременно и с максимальной точностью.

Навигационные измерения производятся двумя способами — автоматически и визуально, конечно, с помощью инструментов. Автоматика существенно упрощает процесс навигации, однако недостаточная надежность и значительное потребление электроэнергии снижают эффективность этих средств. Неавтоматические навигационные устройства обычно отличаются простотой конструкции и малым потреблением электроэнергии.

На штурмана в ходе полета возлагается большой объем навигационных измерений. Как правило, они ведутся косвенным способом. Это значит, что измеряется какой-либо физический параметр и затем находится его связь с навигационной величиной. В первую очередь штурмана интересуют координаты корабля и скорость его полета. Кроме того, он должен следить за навигационной обстановкой, наблюдать физические явления, происходящие в атмосфере и космосе, следить за внешней безопасностью полета.

В арсенале штурмана много методов навигации. Их можно условно разделить на три группы.

Первая группа включает методы, при которых местонахождение центра масс корабля рассматривается как точка пересечения трех поверхностей положения. Что же такое поверхность положения? Это геометрическое место точек постоянных значений какого-либо измеряемого параметра (рис. 4). Так, наблюдая за небесными телами, космонавт может вычислить угловой размер диска (угол α) небесного тела, или угол между центром небесного тела и звездой, или угол между центрами двух небесных тел и т. д. Примем во внимание, что диаметры небесных тел — обычно планет солнечной системы — должны быть известны и получены (как и координаты этих тел и пеленгуемых звезд) во время предполетной подготовки.

На основании ранее известных и измеренных данных могут быть построены поверхности положения: в первом случае — шар с центром, совпадающим с центром небесного тела (рис. 4, а), во втором случае — конус (рис. 4, б) и т. п. (рис. 4, в и г). Эти поверхности могут быть представлены и в форме математических уравнений, связывающих координаты корабля и пеленгуемых объектов между собой. Поскольку три координаты местонахождения корабля неизвестны, то для их определения надо решить

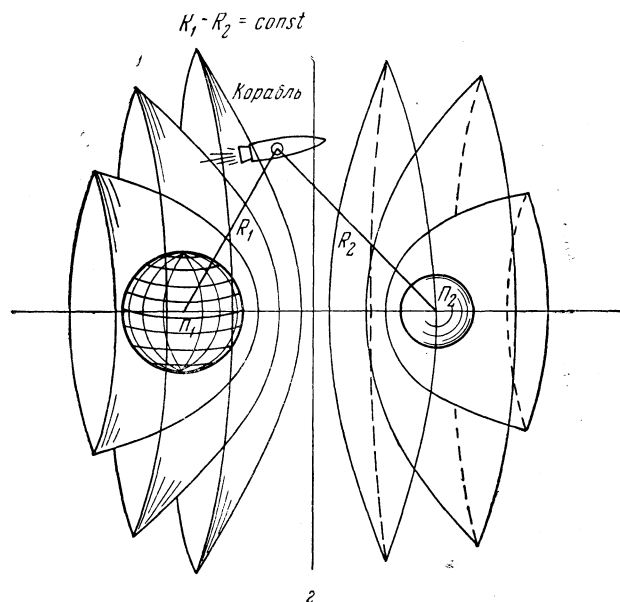
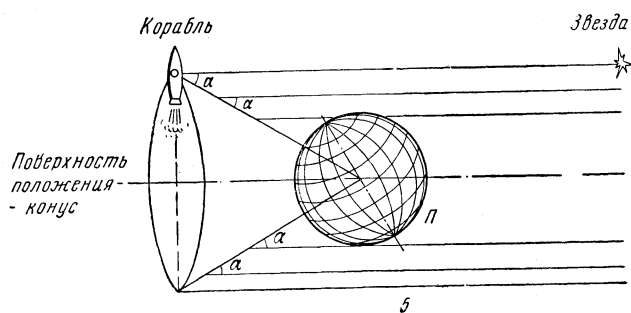
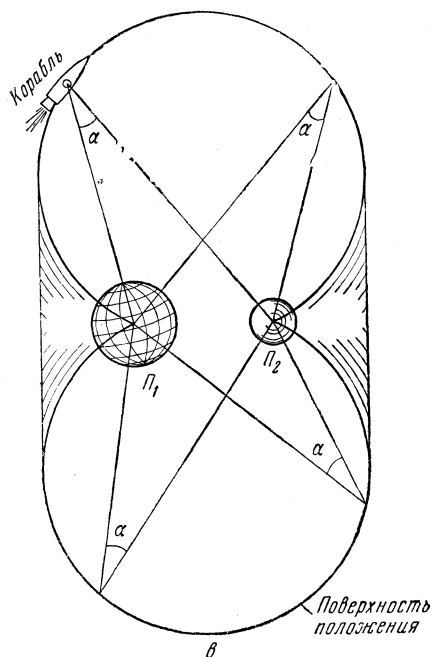
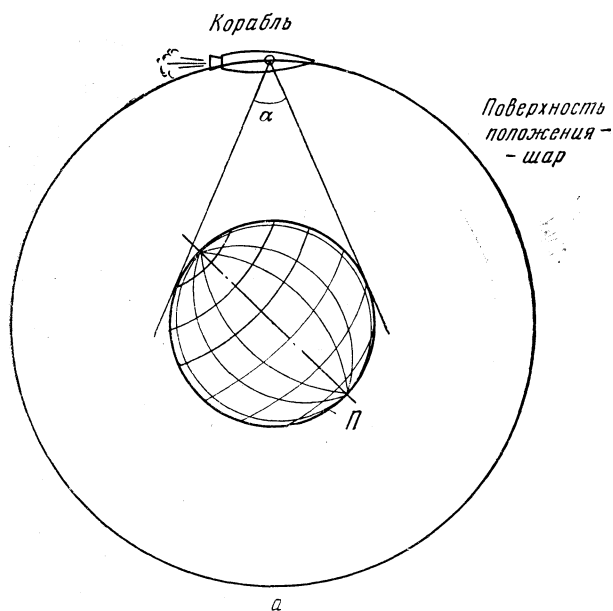


Рис. 4. Поверхности положения, полученные астрономическими измерениями:
 а — геометрическое место точек постоянных значений углового размера α диска небесного тела;
 б — геометрическое место точек постоянных углов α между центром небесного тела и звездой;
 в — геометрическое место точек постоянных углов α между центрами двух небесных тел;
 г — геометрическое место точек постоянных разностей расстояний $R_1 - R_2$ между кораблем и центрами двух небесных тел (сферические гиперболы)

совместно три уравнения поверхностей положения. Эта же задача может быть решена и графически (рис. 5).

В результате пересечения этих поверхностей положения в ряде случаев получаются две точки: одна дает истинное положение корабля, а другая — ложное. Чтобы распознать истинную точку, нужно приближенно определить местонахождение, используя для этого данные прогноза траектории полета.

При выборе того или иного метода астронавигации следует учитывать, что направления на центры небесных тел и звезд измеряются пеленгатором относительно простой конструкции более точно, чем расстояния до них. Определение же угловых размеров дисков небесных тел и расстояний до них зависит от случайных изменений уровня радиации небесного тела и поэтому связано с существенными погрешностями. Следовательно, при полетах на большие рас-

стояния от небесных тел рационально использовать угловые измерения. Так называемые дальномерные методы (определение угловых размеров тел и уровня радиации) более эффективны при полетах вблизи небесных тел и при посадке. В частности, для навигации спутников Земли применяются дальномеры, основанные на из-

мерении углового размера Земли. Это же устройство применяется одновременно и как оптическая вертикаль.

Вторая группа методов навигации — методы счисления пути — основана на получении координат местонахождения интегрированием во времени составляющих скоростей центра масс корабля по осям навигационной системы координат. Методы счисления различаются между собой способами измерения скорости полета. Для космических полетов наибольшее значение имеют доплеровское и инерциальное измерения скорости.

Доплеровские измерители могут быть активными, основанными на определении разности частот радиосигналов, посланных в сторону поверхности небесного тела и отраженных от этой поверхности (рис. 6). По сообщениям печати точность измерения скорости подобным способом весьма высокая — достигает сотых долей процента от измеряемой величины. Однако это связано со значительными расходами электроэнергии на излучение радиосигналов. Чем больше расстояние до небесного тела, тем больше расходуется энергии. Поэтому такие измерители рациональнее использовать лишь вблизи поверхности небесного тела, особенно в период посадки корабля.

Другой тип доплеровских измерителей (пассивных) основан на измерении сдвига частоты излучений, идущих от поверхности небесного тела. Точность измерения скорости таким методом зависит от мощности принимаемого потока радиации: для Солнца эта точность достигает единиц метров в секунду, а для звезд — десятков метров в секунду. Подобные измерители не затрачивают энергию на излучение, поэтому весьма экономичны и автономны. Для определения трех составляющих скорости полета надо измерять доплеровские сдвиги частот излучений трех небесных тел, в том числе и звезд. Измерение же этих сдвигов от шести небесных светил позволяет получить не только три составляющие скорости, но и три координаты местонахождения корабля.

Инерциальное счисление пути основано на двойном интегрировании во времени ускорений летательного аппарата, измеренных акселерометрами. При построении инерциальных систем учитывают особенности акселерометров: они измеряют ускорения, вызванные действием на корабль внешних активных сил (тяга реактивных двигателей, сопротивление атмосферы, давление света и т. п.) и не измеряют ускорения от сил тяготения. Поэтому в инерциальных системах задаются данные об ускорениях сил тяготения, определенные для всего маршрута. Инерциальные системы удобны тем,

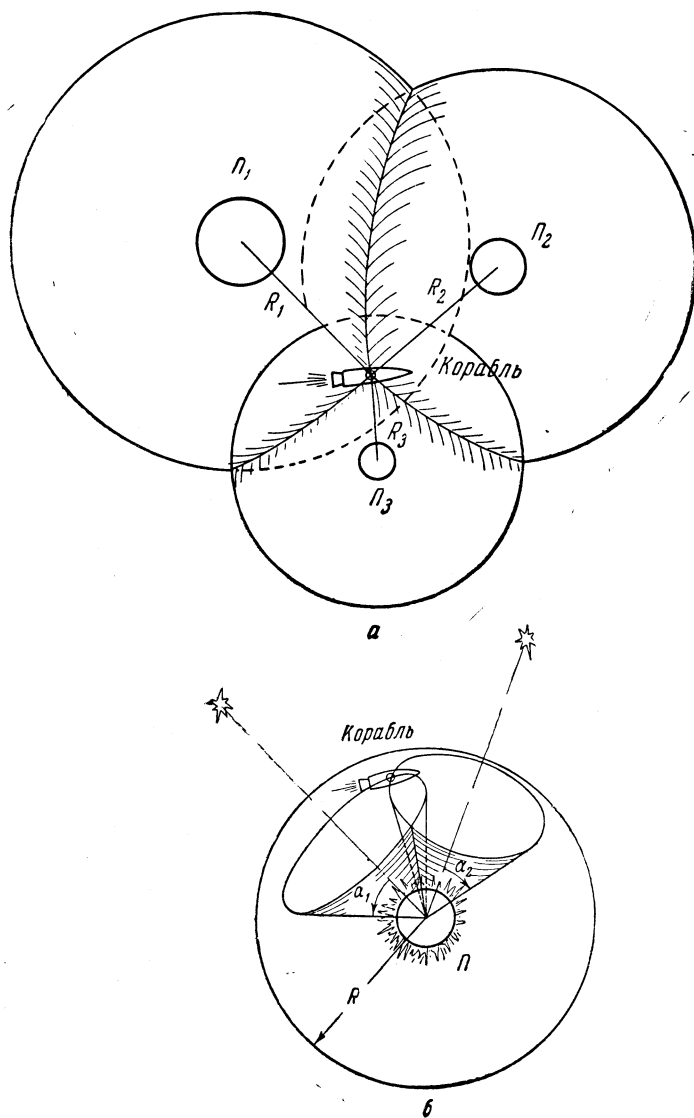


Рис. 5. Определение местонахождения корабля с помощью трех поверхностей положения:

a — сферические поверхности положения: P_1, P_2, P_3 — небесные тела (планеты), R_1, R_2, R_3 — расстояния до центров небесных тел, измеренные на борту корабля; *b* — пересечение двух конических поверхностей и сферы: α_1 и α_2 — углы между центром небесного тела и направлениями на звезды, измеренные на борту корабля; R — расстояние от корабля до центра небесного тела (радиус сферы)

что они позволяют с высокой точностью определить изменение скорости полета космического корабля под действием сил тяги ракетных двигателей. Это особенно существенно при маневрировании корабля в космическом пространстве.

Третья группа — обзорно-сравнительные методы навигации. Они основаны на сравнении видимой с борта корабля поверхности Земли или планет с изображением этих поверхностей на картах или глобусах. Когда эти изображения совпадают, местонахождение корабля считается опознанным, а координаты — найденными.

На борту космических кораблей типа «Восток», как известно из печати, находился глобус, который вращался таким образом, чтобы полностью имитировать движение Земли под космическим кораблем. Космонавт имел возможность с помощью оптической системы «Взор» наблюдать поверхность Земли, видеть горизонт и определять направление вертикали. По движению видимых ориентиров можно было определить линию пути космического корабля относительно поверхности Земли и в соответствии с этим ориентировать угловые положения корабля в горизонтальной плоскости и по курсу.

Для наблюдения за поверхностью небесных тел могут быть использованы телевизионные и радиолокационные системы, а вместо глобусов — электронные системы «памяти». Нечто похожее применяется на американских метеорологических спутниках Земли.

Обзорно-сравнительные методы навигации могут быть использованы для общей ориентировки в космосе путем сравнения видимых участков звездного неба со звездным глобусом.

Таким образом, в распоряжении штурмана находятся многочисленные средства ориентировки в космосе. Однако для полной реализации всех этих возможностей необходима еще длительная работа по усовершенствованию и разработке новых технических средств. При их умелом сочетании может быть обеспечено достаточно точное и надежное управление полетом корабля не только в пределах солнечной системы, но и в межзвездном пространстве.

ВПЕРЕДИ — ЛУНА

Представим себе, что мы находимся на лунном космическом корабле. Он близок к цели. Предстоит посадка на поверхности Луны. Это один из серьезнейших этапов полета. Для навигации корабля в окрестностях Луны используется как бортовое, так и далекое от нас на-

земное оборудование. Последнее состоит из системы слежения с локаторами ближнего и дальнего действия и вычислительных средств. Однако непосредственно посадка на Луну должна обеспечиваться бортовыми автономными системами. В состав бортового оборудования могут быть включены такие автономные системы навигации, как инерциальная, оптическая вертикаль-высотомер, курсовой гироскоп (гироскоп) и вычислительное устройство. Особо важна завершающая фаза посадки — «мягкое» прилунение. Она требует очень точного измерения величины и направления скорости и угловых координат корабля. Такая посадка на Землю была впервые блестяще

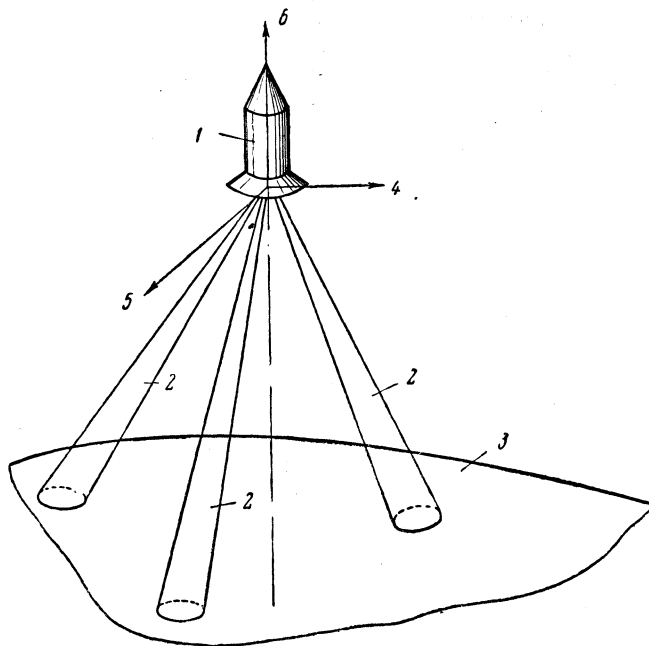


Рис. 6. Измерение скорости трехлучевой доплеровской системой: 1 — космический корабль; 2 — направленные излучения; 3 — поверхность небесного тела, 4, 5, 6 — оси связанной системы координат

осуществлена советским кораблем «Восход». Имея в распоряжении все эти средства, мы успешно завершим путешествие на Луну.

Человечество вплотную подошло к претворению в жизнь своей давней мечты. Полет космических кораблей «Восход» и «Восход-2» вселил полную уверенность в том, что визит космонавтов на Луну — дело совсем недалекого будущего.

ОСВОЕНИЕ КОСМОСА И ПРОГРЕСС ОБЩЕСТВА

А. Д. УРСУЛ,

Появившаяся в связи с выходом в космос возможность более интенсивного и плодотворного изучения, а также использования внеземной природы открывает поистине безграничные перспективы перед человеческим обществом. Современные достижения и перспективы прогресса космонавтики выдвигают ряд общетеоретических, философских проблем. В частности, проникновение в космос ведет к новому решению проблемы конечности и бесконечности жизни и разума. Обсуждение этой проблемы, судя по дискуссиям и публикациям, приобретает определенную актуальность.

* * *

Резкий поворот науки лицом к космосу дал богатый урожай выдающихся открытий и предвещает, в связи с будущим посещением небесных тел, новую научно-техническую революцию. Однако космос важен не только для науки.

Еще К. Э. Циолковский, заглядывая в будущее космонавтики, предполагал возникновение индустрии, производства вне Земли, причем вначале на искусственных спутниках. Гениальная прозорливость ученого в настоящее время подтверждается не только все увеличивающимся числом предложений организации технических установок и комплексов вне Земли. Уже предпринимаются и первые шаги в этом направлении — выносятся в космос радиоретрансляторы, навигационные автоматические станции и т. д. Они представляют собой лишь часть сложного технического комплекса (совместно с наземными станциями и оборудованием), но в будущем доля вынесенных в космос подобных установок возрастет. Прогресс космической техники, систем жизнеобеспечения космонавтов, развитие науки о космосе, наиболее эффективное развитие производительных сил на Земле неизбежно приведут к организации промышленного и сельскохозяйственного производства вне Земли. Это будет добыча и переработка топ-

лива для ракет на Луне, планетах земной группы и на естественных спутниках планет, строительство жилищ для космонавтов, ангаров для межпланетной техники и т. д. Космическое производство невиданно усилит мощь человека как преобразователя природы.

Таким образом, активная творческая роль человека в процессе взаимодействия с природой ведет не только к расширению сферы научного познания мира, но и открывает возможность расширения сферы материального производства за счет внеземных пространств, невиданного расширения условий жизни человечества. Вполне понятно, что научная и производственная деятельность человека вне Земли будет направлена на дальнейшее развитие производительных сил, будет служить непрерывному и ускоренному прогрессу общества.

В свете этих соображений первые шаги в космосе, сделанные современным человечеством, представляются закономерными и необходимыми, ибо без них невозможно бесчисленное количество других.

Можно ли утверждать, что проникновение человека в космос имеет какие-либо пространственные пределы, скажем, ограничится солнечной системой? Видимо, нельзя. И не случайно то, что сейчас мы почти не встречаем заявлений о принципиальной невозможности межпланетных и межзвездных полетов. Нет такого закона природы, из которого вытекали бы предельные возможности бытия человеческого общества в пространстве. Поэтому вполне естественно предположить, что существует отличная от нуля вероятность безграничного распространения человечества в космосе.

Когда мы говорим о безграничном проникновении в космос, то здесь в первую очередь имеется в виду распространение материального человеческого производства во Вселенной. Действительно, наша планета имеет конечные пространственные размеры, конечную массу и, видимо, конечный срок существования. Поэтому теоретически можно представить, что

со временем будут исчерпаны материально-энергетические ресурсы планеты и дальнейший прогресс производства мог бы прекратиться. Но эта возможность не осуществится, если будет происходить развитие производства не только на Земле, но и в космосе — здесь нет принципиальных ограничений его развитию. Итак, если с этих позиций рассматривать освоение космоса, то ясно, что необходимость выхода за пределы Земли предстает так же, как необходимость непрерывного развития производства. И эта точка зрения подтверждается не только для весьма удаленных от нас, астрономических отрезков времени, но и современной космизацией производства, которая сказывается, в частности, в следующем.

Во-первых, уже используются в производстве процессы, условия или их компоненты, свойственные лишь космосу (например, вакуумная, высокотемпературная техника, использование мощной радиации, сверхвысоких давлений, плазмы и т. д.). Во-вторых, выносятся части установок производственно-технологических комплексов за пределы планеты, в частности на орбиты спутников Земли (метеорологические, навигационные, радио-телеспутники). В-третьих, внедряются в производство новинки и используется информация, полученная в результате развития ракетной и космической техники и наук о космосе. В общем, освоение космоса стимулирует развитие новейших и высокоэффективных отраслей производства и помогает качественно новыми методами решить ряд уже назревших народнохозяйственных задач.

Современная космизация и предполагаемое развитие производства вне Земли позволят в космосе создавать такие условия, в которых человек сможет жить и работать. Ведь именно в результате развития производства человечество заселило со временем те районы Земли, где жизнь ранее была невозможной. Преобразовательная деятельность занимала все большие и большие объемы пространства и, наконец, на определенном этапе социального развития перешла за земные пределы.

Расселение человечества по поверхности планеты было сопряжено с изменением условий внешней среды, приспособлением ее к условиям жизни. С распространением по Земле судьба всего человечества все менее и менее зависела от действия погоды, климата и других стихийных земных процессов. Мы вступаем в эпоху, когда участь всего общества уже не будет зависеть от сил, действующих на поверхности Земли.

Однако развитие человечества еще и сейчас находится в зависимости от космических сил. Именно на это обращали внимание Ф. Энгельс

в «Диалектике природы» и К. Э. Циолковский в ряде своих работ. В частности, предполагалась и предполагается гибель Земли в результате эволюции Солнца. Погибнет ли в результате гибели Земли человечество? Попытаемся дать ответ на этот вопрос, следуя схеме рассуждений К. Э. Циолковского.

Основоположник космонавтики указал на существенное различие между биологической и социальной ступенями развития. Земная органическая жизнь (биологическая форма движения), отмечает К. Э. Циолковский, существует лишь при определенных условиях и может погибнуть от их изменения в результате естественной эволюции планеты. Как известно, в «Диалектике природы» Ф. Энгельс также особое внимание обращает на условия существования белка, которые, отмечает он, узко ограничены в физическом и химическом отношении.

Жизнь может возникнуть с течением времени лишь там, где есть этот строго ограниченный диапазон условий и исчезнет, если условия станут неблагоприятными. В силу этого может существовать и начало и конец биологической ступени развития. Однако жизнь может возникнуть в другом месте космоса и в другое время.

Поскольку Вселенная бесконечна и вечна, то процесс возникновения и исчезновения жизни происходит в космосе всегда, но в разных его местах и в этом смысле жизнь вечна. Именно этот смысл вкладывал Ф. Энгельс в понятие вечности жизни, критикуя Либиха и Гельмгольца за то, что они признавали вечность жизни в плане отрицания возможности возникновения живого из неживого.

Необходимо отметить, что чем выше стоит биологический объект в эволюционном ряду, тем в большей степени он обладает способностью локального преобразования среды обитания, приспособления ее к функциям жизни. Однако эта способность у животных развита слабо и оказалась универсальной лишь для приматов, именно для тех из них, которые поставили между собой и природой орудие труда собственного производства. Применение искусственных орудий деятельности привело к тому, что не было необходимости биологически приспособляться к среде обитания.

В сфере биологического движения отсутствуют силы, которые могли бы привести к выходу жизни за пределы планеты. Поэтому проникновение в космос неразумной жизни без помощи человека мыслится лишь в результате панспермии, вероятность которой ничтожно мала. Можно предполагать, что биосферы, т. е. сферы взаимодействия живого вещества с природой, носят, по-видимому, исключительно плане-

тарный характер. А поскольку диапазон условий, к которым приспосабливаются организмы, строго ограничен, то вполне естественно ожидать гибели неразумной жизни на планетах в результате некоторых космических факторов, например эволюции звезд.

Вплоть до начала нашего века вывод о гибели неразумной жизни переносился и на разумную жизнь. Ведь идеи межпланетных полетов, например, во второй половине XIX века развивались лишь фантастами и не проникли в естествознание и технику, а стало быть, и в решение мировоззренческой проблемы о предполагаемых сроках жизни человечества. Первая научная работа К. Э. Циолковского, в которой был сделан вывод о возможности выхода в космос, появилась лишь в 1903 г., через восемь лет после смерти Ф. Энгельса. Поэтому вполне понятно, что Ф. Энгельс с полным правом мог писать в 1886 г., что его предположение «согласуется с нынешним состоянием естественных наук, которые самой Земле предсказывают возможный, а ее обитателям довольно достоверный конец и тем самым говорят, что и у истории человечества будет не только восходящая, но и нисходящая ветвь» *. Но уже в начале нашего века К. Э. Циолковский, исходя из того, что человечество сможет благодаря освоению космоса создавать пригодные для своего существования условия в космических масштабах, предположил возможность бесконечного во времени прогресса человечества. Таким образом, учет освоения космоса, изменения условий и процессов за пределами Земли ведет к новым представлениям о возможных сроках существования человечества.

Возможностью принципиально безграничного прогресса в пространстве и во времени обладает только сфера взаимодействия общества и природы — ноосфера. Именно так называл В. И. Вернадский область распространения разумной жизни. Пространственные и временные параметры ноосферы взаимосвязаны. Расширение объема ноосферы увеличивает до бесконечности сроки жизни человечества.

В наших рассуждениях мы пока не учитывали возможности взаимодействия человечества с другими предполагаемыми цивилизациями космоса, а исходили лишь из соображений взаимодействия с природой. Можем ли мы строить какие-либо предположения о других космических цивилизациях? По-видимому, можем, если исходить из общих законов возникновения и развития жизни и разума на Земле.

На пути изучения внешних условий жизни можно будет с некоторой степенью точности определить вероятность космической жизни, т. е., в частности, среднестатистическое число ее галактических очагов. Но в этом случае речь будет идти лишь о самозарождающейся жизни — в основном о жизни в космосе на уровне биологической ступени. На социальной же ступени, особенно на ее высоком уровне развития, необходимо наступит выход за пределы планеты и распространение по космосу (если, конечно, мыслится общество, подобное человеческому). В этом случае космическое пространство окажется более плотно заселенным, чем это следует из оценок самозарождающейся жизни. Ясно, что оценка вероятности обитания космоса в принципе должна быть раздельной для жизни и для высокоразвитых обществ. Поскольку появление и распространенность космических обществ могут стать со временем весьма значительными, необходим теоретический анализ социальных аспектов разумной жизни во Вселенной.

Если исследование условий жизни и разума в космосе характеризует как бы внешнюю часть проблемы, то внутреннюю часть составляет выяснение направлений эволюции материи, делающих возможным возникновение жизни, а затем и разума. Речь идет о внутренних механизмах происхождения и эволюции жизни, а также становления и прогресса общества. Исследования в этом направлении, несомненно, должны вестись методами целой совокупности взаимодействующих отраслей научного знания, ибо понятия жизни и разума — комплексные, включающие в себя различные взаимосвязанные стороны. Так, в проблеме жизни важны все основные подходы к раскрытию ее сущности и происхождения — и химический, и физический, и биологический, и кибернетический. Трудно сказать, какой из них более важен. Одним из наименее разработанных является кибернетический, или функциональный. И на этом пути еще предстоят большие открытия. В настоящее время можно лишь наметить схему возникновения и развития функционального свойства жизни, которое, по-видимому, имеет космический характер.

Как в неживой, так и в живой природе действует закон накопления информации — чем выше развитие материальной системы, тем большее количество информации она содержит. Увеличение количества информации ведет к изменению и качества материальных систем. Первый росток жизни с точки зрения кибернетики характеризуется появлением самоуправления. По-видимому, этому уровню развития функционального свойства жизни соответству-

* Ф. Э н г е л ь с. Людвиг Фейербах и конец классической немецкой философии. Госполитиздат, 1952, стр. 8—9.

ет вполне определенный диапазон количества информации, меньше которого жизнь невозможна. В дальнейшем, с ростом количества информации в прогрессивно развивающихся биологических системах, происходят качественные скачки в развитии самоуправления, появляется целая иерархия управляющих систем. Эта часть проблемы получила освещение в работах известного советского кибернетика А. А. Ляпунова. Следовательно, в развитии функционального свойства жизни можно отчетливо проследить действие закона перехода количественных изменений в коренные качественные. Нам представляется, что детальная разработка функционального свойства жизни в известной степени поможет уяснению общих законов возникновения жизни как на Земле, так и на других планетах космоса.

Если мы допускаем наличие общих черт биологической формы движения, то это же следует предположить и для общественной. Заметим, что в настоящее время, т. е. до обнаружения первых внеземных живых существ и инопланетных цивилизаций, только такой подход является единственно научным. Любое другое предположение не поможет нам продвинуться вперед в теории этого вопроса.

Сделанные же начальные допущения позволяют высказать некоторые предварительные соображения социологического характера о возможном взаимодействии космических обществ. В частности, можно ответить на вопрос: какие это будут взаимоотношения — мирные или враждебные? Как следует из анализа развития общества на Земле, прогресс производительных сил ведет к смене общественно-экономических формаций, к полной замене эксплуататорских обществ коммунистическим. В то же время переходный процесс от капитализма к коммунизму теперь неразрывно связан с освоением космоса. Только коммунистическое человечество сможет наиболее быстрыми темпами и в широких масштабах осуществлять освоение Вселенной, ибо гигантское развитие производительных сил раз-

рушит все изжившие себя социальные отношения. Монолитное, объединенное человечество, уничтожившее войны, естественно, перенесет свои внутренние мирные отношения и вовне, на другие общества Вселенной. Исходя из анализа современного общественного развития, можно утверждать, что гигантское развитие производительных сил ставит перед любой цивилизацией альтернативу — либо мирный прогресс, либо самоуничтожение. Однако путь прогресса не связан с реализацией последней возможности. Для человеческого общества, как показывает жизнь, открывается реальная возможность уничтожения войн, мирного существования.

По-видимому, аналогичные возможности открываются и в развитии других цивилизаций космоса. Ввиду этого со временем широкое освоение космоса будет осуществляться лишь коммунистическими обществами. Это может привести и к новым возможностям прогресса человечества. Нам представляется, что в свете изложенного практические попытки установления информационных контактов с другими цивилизациями должны быть оправданы и интенсифицированы.

В будущем можно ожидать чрезвычайно быстрого прогресса ноосферы и за счет других космических обществ.

Итак, неизбежным выводом из предыдущих рассуждений следует то, что нет оснований предполагать обязательной грядущей гибели как человечества, так и ряда других цивилизаций космоса, которые подобны в общих чертах человечеству. А потому нет необходимости заниматься подсчетом сроков будущего существования человечества и ограничивать «технологическую» эру абсолютно всех цивилизаций Вселенной. Лишенное внутренних антагонистических противоречий, сбросившее оковы эксплуатации человечество претендует на уровне коммунистической организации на бесконечность своего прогресса в пространстве и во времени.



(К стр. 31)

За начало весны принимает- ся момент прохождения центра диска истинного Солнца через точку весеннего равноденствия. Этот момент в разные годы приходится на разное время потому, что

длина календарного года измеряется целым числом суток (в обычные годы 365, в високосные 366 суток), тогда как длина тропического года (промежуток времени между двумя последовательными

прохождениями центра диска истинного Солнца через точку весеннего равноденствия) выражается не целым числом: 365 суток 5 часов 48 минут 46,1 секунды



ПАВЕЛ КАРЛОВИЧ ШТЕРНБЕРГ

(К столетию со дня рождения)

В. А. ШИШАКОВ,
кандидат
педагогических наук

Научная и педагогическая деятельность Павла Карловича Штернберга пришлось на очень трудные годы: русско-японская война, первая русская революция, разгул жесточайшей реакции, первая мировая война, грандиозный революционный взрыв 1917 г., напряженные годы борьбы против интервентов и внутренней контрреволюции в кольце блокады, в обстановке разрухи и голода. Однако все это, а также и активное участие в революционном движении не помешало Штернбергу стать одним из наиболее выдающихся астрономов нашей страны.

Павел Карлович Штернберг родился 3 апреля 1865 г. в городе Орле. С детских лет он пристрастился к разнообразным ручным работам, требовавшим смекалки, сноровки, творческой инициативы. Навыки столярной, токарной, слесарной работы впоследствии оченьгодились П. К. Штернбергу в научной работе и революционной деятельности.

Еще в детские годы он стал читать книги и статьи по разным отраслям знаний, особенно по астрономии. В качестве подарка ко дню рождения пятнадцатилетний гимназист получил от



Павел Карлович Штернберг

отца любительский телескоп. Наблюдения с этим инструментом буквально увлекли П. К. Штернберга. Надо полагать, что с лета 1880 г. он и стал астрономом, сначала, конечно, любителем, а затем профессионалом — крупным специалистом и авторитетным ученым.

В 1883 г. П. К. Штернберг поступил в Московский университет на математическое отделение физико-математического факультета. Уже в первую свою студенческую зиму, всего себя отдавая любимой науке, он стал многие часы проводить в университетской обсерватории. Тогда это было скромно оборудованное небольшое учреждение, служившее в основном целям практики студентов. Обсерватория начала приобретать большую известность благо-

даря научным трудам тогдашнего ее директора — профессора Московского университета Ф. А. Бредихина. Ф. А. Бредихин возглавил университетскую обсерваторию в 1870 г. и высоко поднял ее научное значение, публикуя в Ученых записках обсерватории свои замечательные работы по исследованию комет. Именно Ф. А. Бредихин ободрил П. К. Штернберга в его стремлении целиком отдаться астрономии. Он сразу же привлек студента-первокурсника к наблюдательным и вычислительным работам. Одна из студенческих работ П. К. Штернберга «О продолжительности вращения красного пятна Юпитера», выполненная по предложению Ф. А. Бредихина, была удостоена золотой медали физико-математического факультета.

Следует отметить, что П. К. Штернберг, поступив в университет, не имел иных средств существования, кроме тех, которые он добывал трудом ретритора и лаборанта. А ведь ему нужно было еще платить и за обучение в университете.

В то время специалистами астрономами становились очень немногие из оканчивавших университет и еще меньшее число получало работу по специальности: астрономических обсерваторий было мало, невелики были и их штаты. Очень редко появлялись и вакансии на факультетские штатные должности. П. К. Штернбергу по окончании университета в 1887 г. сразу же пришлось пойти на преподавательскую работу в одну из московских гимназий. Однако научные связи с обсерваторией он не порвал.

В год окончания университета Павел Карлович направился с возглавлявшейся А. А. Белопольским (в ту пору штатным астрономом московской университетской обсерватории) экспедицией по наблюдению полного затмения Солнца 19 августа в г. Юрьевец на Волге. Это было то затмение, которое описал в своем очерке «На затмении» В. Г. Короленко.

В начале 1888 г. П. К. Штернберг был официально утвержден в сверхштатной должности ассистента московской университетской обсерватории. Он стал числиться «оставленным при университете для приготовления к профессорскому званию».

Ф. А. Бредихин привлек П. К. Штернберга к гравиметрическим исследованиям, в частности к определению напряжения силы тяжести в ряде мест нашей страны (районы Рязани, Саратова, Костромы, Орла, окрестности Москвы и др.). За написанную на основе этих исследований работу П. К. Штернбергу в 1889 г. была присуждена серебряная медаль Русского географического общества.

Следует отметить, что гравиметрическим ис-

следованиям, особенно широко развернувшимся в советское время, П. К. Штернберг всегда уделял очень большое внимание.

Штатное место астронома московской университетской обсерватории П. К. Штернберг получил в 1890 г. Одной из его работ в это время было проведение фотографических наблюдений физических двойных звезд, т. е. таких звезд, которые связаны друг с другом узлами взаимного притяжения и образуют единые системы. Это были первые в науке строго разработанные попытки использования фотографических способов для точных измерений взаиморасположения звездных пар. Расположение звезд в таких системах постепенно изменяется. Изменения положений звезд, очень малые даже на протяжении значительных промежутков времени, можно было бы точно измерять на фотоснимках.

Фотографирование производилось вначале скромным инструментом — небольшим фотогелиографом. Но уже в 1900 г. реконструированная обсерватория обогатилась крупным астрографом — пятнадцатидюймовым телескопом, состоящим из двух труб: одна для визуальных наблюдений, другая для фотографирования. Диаметры объективов обеих труб — 38 см. С этим инструментом П. К. Штернберг вскоре начал свою большую работу по применению фотографии к астрономическим изме-



П. К. Штернберг у геодезической вышки



П. К. Штернберг со студентами в полевых условиях

рениям. Исследовательской работе в этой области он посвятил более десяти лет.

В ту пору применение фотографии для подобных целей было гораздо более трудным делом, чем теперь. Само искусство фотографирования было еще далеко не таким развитым. Однако П. К. Штернбергу удалось достигнуть значительных успехов в этом деле. Полученные им многие сотни фотоснимков двойных звезд и других объектов служат до сих пор очень хорошим материалом для специальных исследований.

В октябре 1903 г. П. К. Штернберг защитил диссертацию на тему «Широта московской обсерватории в связи с движением полюсов». За эту тщательно проведенную работу, потребовавшую большого числа точных наблюдений звезд и многолетних трудов по обработке наблюдений, П. К. Штернбергу была присвоена ученая степень магистра астрономии. В 1906 г. эта его работа отмечена медалью Русского астрономического общества (РАО).

Здесь нельзя не отметить огромное значение исследований этого рода: в последующем путем согласованных наблюдений учеными разных стран были установлены и точно определены ничтожно малые изменения широт различных пунктов на земной поверхности. Эти изменения имели одни и те же значения во всех пунктах земной поверхности, где проводились подобные работы. Отсюда следует, что ось вращения земного шара колеблется, правда, в небольших пределах. Иначе говоря, геогра-

фические полюсы Земли не сохраняют постоянного положения на ее поверхности.

В конце 1913 г. на основе публичной защиты диссертации на тему «Некоторые применения фотографии к точным измерениям в астрономии» П. К. Штернбергу была присвоена ученая степень доктора астрономии.

Как уже упоминалось, свою преподавательскую деятельность в Московском университете П. К. Штернберг начал в 1890 г. В этом году он был утвержден приват-доцентом университета. Шесть лет читал специальный курс лекций по общей теории планетных возмущений. В 1896 г. начал читать лекции по небесной механике и затем по высшей геодезии, а с 1910 г. — по сферической астрономии и далее по описательной астрономии. Как видим, Павел Карлович был ведущим руководителем подготовки студентов физико-математического факультета в области астрономии.

В 1914 г. Павел Карлович был избран профессором астрономии Московского университета, а в 1915 г. ему было присвоено звание заслуженного профессора.

Значительную часть своего времени он уделял практическим работам студентов. Студенты любили своего заботливого руководителя. При большом росте и богатырском телосложении он невольно вызывал робость у людей, встречавшихся с ним впервые, но при более близком знакомстве с ним робость сменялась преклонением перед этим человеком, имевшим удивительно мягкий, дружелюбный характер.

Помимо работы в университете П. К. Штерн-



В коротком перерыве между полевыми работами можно и отдохнуть



Группа делегатов и гостей съезда естествоиспытателей и врачей в 1910 г. у астрономической выставки. Среди сидящих: первый слева С. А. Казаков, третий П. К. Штернберг, четвертый В. К. Цераский, пятый С. Н. Блажко, за ним стоит А. А. Михайлов, шестой К. А. Баев

берг более полутора десятков лет преподавал астрономию и геодезию на Высших женских курсах. Здесь он очень большое внимание уделял вопросам астрофизики, которая в ту пору еще не включалась в учебные планы университета.

Все знавшие П. К. Штернберга характеризуют его как большого ученого, превосходного преподавателя и очень доброжелательного по натуре человека. Но в то время никому, за исключением немногих особо осведомленных лиц, и в голову не могло прийти, что этот маститый ученый, целиком погруженный в труднейшие и, казалось бы, столь далекие от житейской практики вопросы науки, по положению профессора университета «статский генерал», является активным революционным деятелем. В кругах Российской социал-демократической рабочей партии (большевиков) его знали под конспиративными кличками «Лунный» и «Владимир Николаевич».

Еще в начале нынешнего столетия П. К. Штернберг глубоко заинтересовался марксизмом. У него появились и окрепли связи с людьми передовой мысли, с лучшими представителями русской интеллигенции, подготовлявшими революцию. В 1905 г. П. К. Штернберг вступил в РСДРП и, примкнув к большевикам, стал выполнять ответственные поручения Московского комитета партии. Он был включен в состав областного военно-технического бюро при Московском комитете, которое вскоре стало органом Центрального Комитета РСДРП (б).

В его задачи входило вооружение рабочих отрядов, разработка разных видов оружия и методов применения его в революционных действиях.

Пользуясь своим положением, которое ставило его вне подозрений, П. К. Штернберг хранил в помещениях обсерватории оружие, пропагандистские материалы и разные документы. Трудное это было время! Всюду шныряли шпики — платные и добровольные осведомители царской охраны, свирепствовали военно-полевые суды. Но П. К. Штернберг хладнокровно вел работу, которую поручала ему партия.

Особо следует отметить осуществление П. К. Штернбергом огромного хорошо задуманного мероприятия по составлению планов московской железнодорожной сети, городской телеграфной и телефонной сети, расположения полицейских участков и воинских казарм с указанием разных подходов к ним, проходных дворов и особо важных мест для строительства баррикад. Под видом научной работы П. К. Штернберг провел при помощи надежных студентов и переодетых рабочих обследование Москвы и топографическую съемку разных ее районов для нанесения на план пунктов, важных для успеха вооруженной борьбы.

По заданиям партии П. К. Штернберг занимался также составлением, редактированием и размножением пропагандистских материалов.

Охранка, очевидно, получила какие-то сведения о $\frac{1}{2}$ подозрительной деятельности

П. К. Штернберга. Над ним нависла угроза разоблачения. Полицейские появились и на квартире ученого, и в помещениях обсерватории, но они были подавлены спокойной уверенностью П. К. Штернберга и его негодующим протестом против появления посторонних людей вблизи астрономических инструментов, требующих особо бережного отношения.

После свержения самодержавия П. К. Штернбергу уже не надо было скрывать свои подлинные взгляды. На выборах в новую Городскую думу он значился в списке большевистских кандидатов и по этому списку был избран гласным (членом) думы.

Московский комитет РСДРП(б) поручил П. К. Штернбергу заботы об организации отрядов Красной гвардии. Как представитель Московского комитета он вошел в состав Центрального штаба Красной гвардии.

В октябрьские дни 1917 г. П. К. Штернберг возглавлял отряды революционно настроенных солдат и вооруженных рабочих, наступавших на опорные пункты контрреволюции в Москве. Работавший вместе с П. К. Штернбергом в Московском военно-революционном комитете Г. И. Ломов ярко описал П. К. Штернберга в своих воспоминаниях, опубликованных в журнале «Пролетарская революция» к десятилетию Октября:

«С развевающимися седыми волосами, профессор, которого знает вся интеллигентская Москва, в открытом автомобиле, с красной повязкой командующего Красной гвардией носится по Москве, воодушевляя наступающие отряды пролетариев. Когда надо достать снаряды, орудия, пулеметы — надо скорее послать к Павлу Карловичу. У него найдется или он найдет. Вокруг него работа кипит. С ним как-то весело и легко работает. На лицах пролетариев гордость — у нас свой профессор, да какой боевой!»

Соппротивление контрреволюции было сломлено. Советская власть утвердилась и в Москве. П. К. Штернберг избран в состав президиума Московского губисполкома, а в марте 1918 г. был назначен членом коллегии Народного комиссариата просвещения и заведующим отделом высших учебных заведений.

С присущей ему кипучей энергией и с глу-

боким знанием дела П. К. Штернберг взялся за реформу высшего образования. Были уже подготовлены проекты реформы, уже началось 4 сентября 1918 г. большое совещание по этим вопросам, но грозная военная обстановка прервала мирную деятельность славного ученого: партия срочно направила П. К. Штернберга на фронт политическим комиссаром и членом реввоенсовета 2-й армии Восточного фронта. Армия еще была в процессе организации, надо было ее создать. И Штернберг быстро и решительно провел огромную организационную работу. Со 2-й армией он провел около [года], напряженно работая и делая с товарищами горечь нередких потерь и неудач и радость по поводу все нараставших боевых успехов.

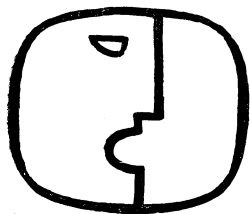
В августе 1919 г. П. К. Штернберг был назначен членом реввоенсовета Восточного фронта. Боевые действия Красной Армии на востоке вскоре ознаменовались ликвидацией колчаковской власти в Сибири. Пала «столица» белого адмирала: наши войска вступили в Омск. С ними был и П. К. Штернберг.

Зимой в 1919 г. вблизи Омска Павел Карлович жестоко простудился и заболел воспалением легких и плевритом. В конце декабря его срочно эвакуировали в Москву. Однако все попытки побороть болезнь оказались тщетными. В ночь с 31 января на 1 февраля 1920 г. П. К. Штернберг скончался в возрасте 55 лет. Его похоронили на Ваганьковском кладбище с воинскими почестями. В газете «Известия ВЦИК» был опубликован написанный А. В. Луначарским некролог. Несколько строками из этого некролога мы и закончим наш краткий очерк о выдающемся ученом-революционере, первом астрономе-большевике.

«Павел Карлович пользовался самой глубокой и искренней любовью как со стороны ближайших товарищей, так и со стороны широких слоев революционного пролетариата Москвы...

...Будущий историк или, может быть, поэт нашей революции с любовью отметит эту фигуру».

Ныне имя П. К. Штернберга носит одно из крупнейших астрономических учреждений нашей страны — Государственный астрономический институт (ГАИШ).



СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

УЧЕНЫЕ ОБСУЖДАЮТ ВОПРОСЫ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ

И. А. ХВОСТИКОВ,
профессор

Исследование общей циркуляции земной атмосферы — одна из центральных проблем современной метеорологии. Изучение главных закономерностей циркуляции необходимо для разработки улучшенных методов долгосрочных и краткосрочных прогнозов погоды, для разрешения вопросов, связанных с колебаниями климата, для правильного подхода к поставленной ныне задаче преобразования природы. Поэтому столь своевременным явилось проведение научной конференции по общей циркуляции атмосферы, проходившей с 17 по 21 ноября 1964 г. в Москве.

Конференция была организована Институтом физики атмосферы и Институтом географии Академии наук СССР по поручению Отделения наук о Земле по проблеме «Общая циркуляция атмосферы Земли». Конференция была хорошо подготовлена и прошла успешно. Она выгодно отличалась от некоторых других тем, что ее программа представляла собой не просто список поступивших заявок на доклады, а темы всех сообщений были намечены заранее. Поэтому докладов было немного, но они обеспечили освещение всех основных вопросов рассматриваемой проблемы. В заседаниях приняло участие более 280 сотрудников 42 научных учреждений из 14 городов Советского Союза. Зачитано 24 доклада и 10 кратких сооб-

щений. Тексты докладов были заблаговременно разосланы участникам конференции. В обсуждении участвовало более 70 человек.

Конференция уделила большое внимание следующим вопросам:

1. Гидродинамическая теория общей циркуляции атмосферы и численный эксперимент (3 доклада).

2. Изучение и описание общей циркуляции атмосферы методами математической статистики (3 доклада).

3. Энергетика общей циркуляции атмосферы, изучение радиационного притока тепла, использование метеорологических спутников (4 доклада).

4. Синоптико-статистические методы обработки эмпирических материалов по общей циркуляции атмосферы (8 докладов).

5. Флуктуации (колебания) общей циркуляции атмосферы и климата (2 доклада).

6. Взаимодействие атмосферы и океана (2 доклада).

7. Лабораторные методы моделирования общей циркуляции атмосферы и изучение циркуляции в атмосферах других планет солнечной системы (2 доклада).

Конференция открылась докладом С. А. Машковича «Гидродинамическая теория общей циркуляции атмосферы и численный экспери-

мент», представлявший собой обзор современного состояния вопроса. М. И. Юдин посвятил свой доклад «О факторах, обуславливающих нестационарность общей циркуляции атмосферы» анализу длительных колебаний земной атмосферы, подтвердившему реальность существования таких колебаний. Средняя длительность сохранения знака колебаний около 20 дней, что значительно больше времени сохранения аномалий атмосферного давления в отдельных пунктах. Зимой колебания выражаются одновременным падением или ростом давления на уровне моря в умеренных и высоких широтах и одновременным изменением давления с противоположным знаком в низких широтах. Член-корреспондент АН СССР Г. И. Марчук в докладе «Новый подход к решению стационарных задач общей циркуляции атмосферы и климата» предложил новый интересный способ решения ряда математических задач, непосредственно связанных с атмосферной циркуляцией.

Доклад члена-корреспондента АН СССР А. М. Обухова и М. И. Фортус «О статистическом описании общей циркуляции атмосферы» касался изучения корреляционных характеристик возмущений геопотенциала в двух разных точках («моменты связи»). Во внетропических широтах северного полушария для

уровня средней тропосферы обнаружено, что большой вклад в изменение барического поля доставляется волнами, два раза укладывающимися вдоль параллелей. А. С. Монин и В. Н. Колесникова доложили о спектре колебаний метеорологических полей и привели интересные данные об исследовании колебаний температуры и других метеорологических элементов. Наблюдаются две группы таких колебаний: с периодами порядка нескольких минут и нескольких (4—5) суток. Промежуточные колебания практически не наблюдаются. Исследование длинных рядов температурных наблюдений в Ленинграде (198 лет) и Москве (130 лет) обнаружило наличие периода колебаний около 5,5 лет, хорошо согласующегося с длительностью половины цикла колебаний солнечных пятен.

В большом докладе Е. П. Борисенкова об энергетике общей циркуляции атмосферы выделены три первостепенные теоретические и имеющие большое практическое значение задачи: а) изучение физических закономерностей атмосферных процессов и их причин с широким применением методов численного анализа этих процессов; б) построение численных схем краткосрочных и долгосрочных прогнозов погоды; в) управление атмосферными процессами с

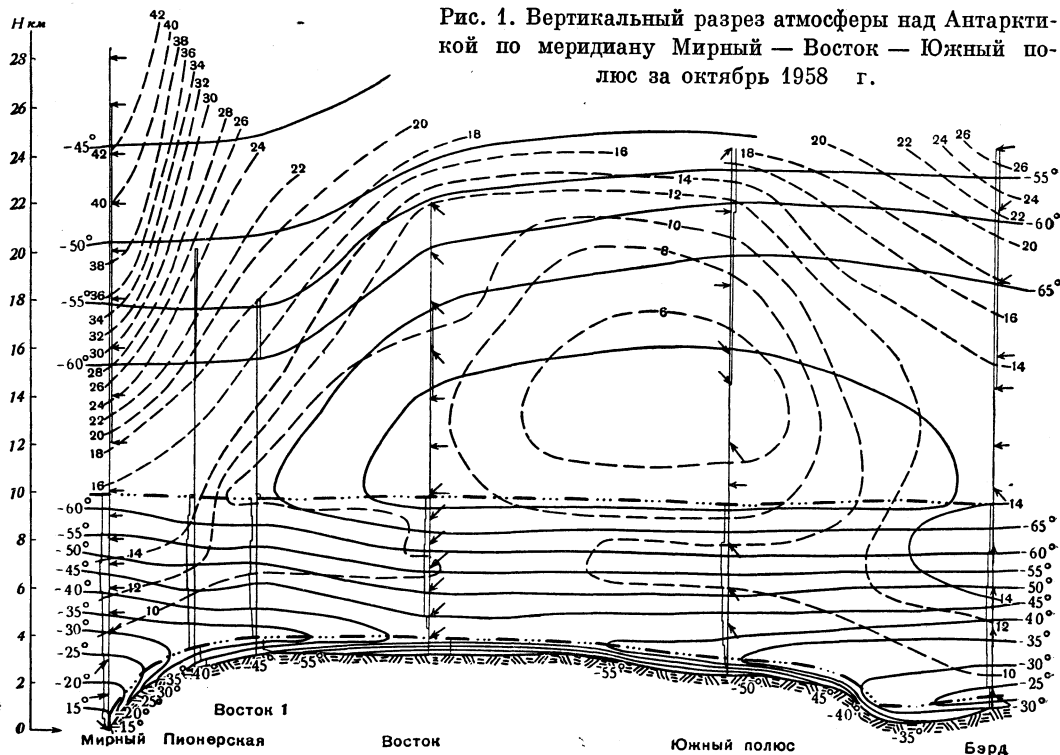
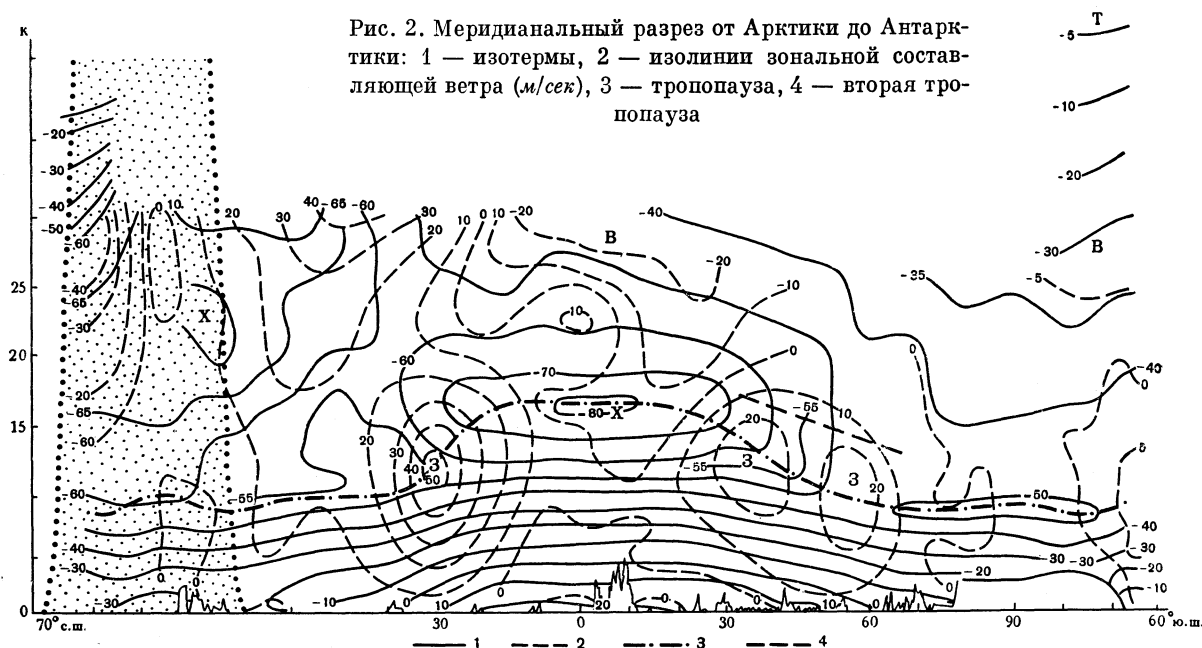


Рис. 1. Вертикальный разрез атмосферы над Антарктикой по меридиану Мирный — Восток — Южный полюс за октябрь 1958 г.

обоснованным прогнозом результатов. Такая программа осуществима только при детальном исследовании энергетики атмосферных процессов. Вопросу об энергетике был посвящен также доклад Г. В. Груза «Интегральные характеристики общей циркуляции атмосферы», в котором даны сравнения количеств энергии

рассмотрены связи озона с температурой воздуха на разных высотах, а также с атмосферным давлением и циркуляционными процессами.

Значительное число докладов было посвящено изложению современного состояния и новым результатам изучения общей циркуляции атмосферы в разных частях земного шара



атмосферных процессов в северном и южном полушариях.

В докладах Е. М. Фейгельсон («Некоторые радиационные задачи, связанные с общей циркуляцией атмосферы») и Л. Р. Ракиповой и Б. Е. Шнеерова («Учет радиационных притоков тепла в задачах динамической метеорологии») даны подробные обзоры развития исследований по этому трудному и очень важному вопросу современной теоретической метеорологии. Существенную помощь здесь могут оказать метеорологические спутники. Это было показано в докладе М. С. Малкевича «Определение метеорологических элементов с помощью спутников», содержавшем подробный анализ современных возможностей определения температуры земной поверхности, вертикального профиля температуры, вертикального распределения влажности, атмосферного давления, установления верхней границы облаков. К этой же группе сообщений можно отнести и доклад А. Х. Хргиана, В. И. Бекарюкова, В. М. Березина, Ю. А. Шафрина «Проблема циркуляции озона в земной атмосфере». В нем

и на разных высотах: Х. П. Погосян, А. А. Павловская, М. В. Шабельникова «Характер взаимосвязи циркуляции воздуха в тропосфере и стратосфере в различных районах северного полушария», П. Д. Астапенко и С. С. Гайгеров «Некоторые особенности атмосферной циркуляции над южным полушарием Земли», Е. М. Добрышман «О некоторых особенностях полей давления и ветра в приэкваториальной области», В. Р. Дубенцов «О некоторых особенностях циркуляции в стратосфере и мезосфере», О. А. Дроздов «Общая циркуляция атмосферы», В. А. Джорджио «Струйные течения как элемент общей циркуляции». В этих содержательных докладах сообщалось много новых данных. На рис. 1 приводится построенный П. Д. Астапенко и С. С. Гайгеровым вертикальный разрез атмосферы над Антарктикой, а на рис. 2 — вертикальный разрез от Арктики до Антарктики. Интересно отметить, что П. Д. Астапенко и С. С. Гайгеров сами участвовали в арктических и антарктических экспедициях, сами исследовали атмосферу над обеими полярными областями нашей планеты.

Х. П. Погосян и его сотрудники приходят к выводу, что в развитии погодообразующих процессов влияние стратосферных процессов и солнечной активности не существенно. Доклад П. Д. Астапенко и С. С. Гайгерова оказался несколько шире его заглавия: в нем рассматривались также связи между процессами в южном и северном полушариях. Докладчики Е. М. Добрышман и В. Р. Дубенцов разными методами стремились подойти к решению одной задачи — о циркуляции в тропических и экваториальных зонах, в последнее время привлекающих к себе все большее внимание. Доклад О. А. Дроздова содержал анализ энергетиче-

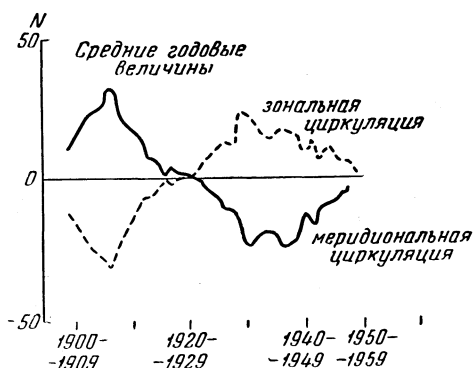


Рис. 3. Циркуляционные эпохи в XX столетии

ческой роли фазовых преобразований водяного пара в общей циркуляции атмосферы и взаимосвязи циркуляции с влагосодержанием переносимых масс воздуха. В. А. Джорджи дал обзор состояния вопроса об исследовании струйных течений.

А. А. Петросянц в своем докладе показал, что большие неровности земной поверхности (например, Памир, Кавказ) существенно влияют не только на отдельные атмосферные процессы, но и на общую атмосферную циркуляцию.

Доклады Б. Л. Дзердзеевского и А. А. Гирса близко связаны между собой по теме. Оба автора использовали в качестве исходного материала синоптические карты северного полушария за истекшую часть XX столетия и независимо пришли к выводу о существовании в XX столетии циркуляционных и климатических эпох, различающихся между собой характером циркуляционного и климатического режимов.

В докладе Б. Л. Дзердзеевского «Многолетние флуктуации общей циркуляции атмосфе-

ры и климата и главные закономерности планетарной циркуляции» статистический и энергетический анализ сделан на основе типизации циркуляционных процессов по широко известной системе, разработанной самим докладчиком. Рис. 3 иллюстрирует выявленные докладчиком две циркуляционные эпохи в XX столетии (N — число появлений). Первая эпоха отличалась преобладанием меридиональной циркуляции. На всем северном полушарии были частыми движения основных воздушных потоков (а также движения циклонов и антициклонов) с севера на юг или с юга на север. Для второй эпохи характерны резко выраженные движения с запада; эта эпоха оказалась много теплее первой. На рис. 4 показана частота типов циркуляции, характеризующихся вторжениями холодного (арктического) воздуха на юг на второй (график +2) и третий (график +3) день после геомагнитно-возмущенного (сплошная линия) и геомагнитно-спокойного (пунктирная линия) дня. Дело в том, что еще ранее пулковский астроном Б. Рубашев показал, что типовые циркуляционные процессы Б. Л. Дзердзеевского (их всего 13, см. рис. 4) тесно связаны с возмущениями магнитного поля Земли. Из графиков (рис. 4) видно, что типовые циркуляционные механизмы 3 и 4 (вторжение на Атлантику или Европу), а точно так же тип 9 (одновременные вторжения на Европу и запад Америки) часто бывают после магнитных воз-

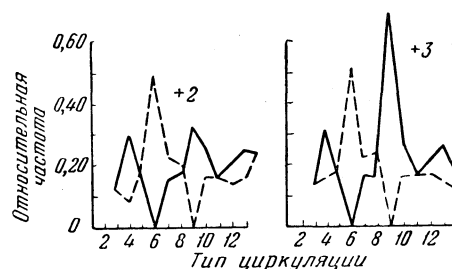


Рис. 4. Частота типов циркуляции, характеризующихся вторжением холодного (арктического) воздуха на юг на второй (график +2) и третий (график +3) день после геомагнитно-возмущенного (сплошная линия) и геомагнитно-спокойного (пунктирная линия) дня

мущений. Зато тип 6 (вторжение на Тихий океан) наиболее часто бывает после геомагнитно-спокойных дней.

А. А. Гирс, изучая преобразования форм атмосферной циркуляции в северном полуша-

рии и связанные с ними изменения характеристик атмосферы и гидросферы, исходил из типизации Г. Я. Вангенгейма. Б. Л. Дзердзевский установил также связь между макропроцессами в северном и южном полушариях и предпринял попытку выделить общие закономерности планетарной циркуляции, определяемые влиянием не только коротковолновой солнечной радиации, но и непосредственно другими ее видами. А. А. Гирс связывает эпохальные преобразования циркуляции с колебаниями солнечной активности.

Затронутые в этих докладах вопросы могут представить самостоятельный интерес для читателей нашего журнала и мы надеемся в следующих номерах осветить их подробнее.

Доклады Д. Л. Лайхтмана, Б. А. Кагана, В. В. Тимонова «Пути изучения взаимодействия океана и атмосферы» и С. А. Китайгородского и Волкова «Некоторые вопросы физики приводного слоя атмосферы» имели целью рассмотрение теоретических вопросов важной проблемы — взаимодействия океана и атмосферы. Отсутствие в настоящее время обоснованной теории такого взаимодействия затрудняет решение многих задач долгосрочного прогнозирования погоды.

С большим интересом были встречены и два последних доклада — Т. В. Бончковской «Опыт моделирования некоторых схем циркуляции и теплообмена в атмосфере» и Г. С. Голицына и В. И. Мороза «Проблемы общей циркуляции в атмосферах планет». Очень продуктивный метод эксперимента — моделирование атмосферных процессов и общей циркуляции атмосферы в целом — развивается все шире, хотя пока все же недостаточно. Тем не менее

и сейчас он уже дает интересные результаты, что и было продемонстрировано докладчиком. Изучение циркуляции в атмосферах планет в известной мере преследует аналогичную цель: это тоже как бы своеобразный способ моделирования циркуляции земной атмосферы на всей планете в целом. Развитие астрономических наблюдений и применение искусственных спутников Земли сулит существенный успех и в этом направлении.

Не останавливаясь на кратких сообщениях, которые, естественно, были тесно связаны с темами основных докладов, можно отметить, что конференция продемонстрировала развитие сложившихся в СССР направлений и школ теоретического исследования общей циркуляции атмосферы, связанного с практическими задачами прогноза погоды и изучения колебаний климата. Работа ведется разными методами. Важен все более решительный переход к изучению планетарной циркуляции. Существенную помощь в этом отношении должно оказать все более широкое использование искусственных спутников.

В принятом решении участники конференции отметили, что проблемы общей циркуляции атмосферы приобретают все большее значение при разработке теории климата, методов долгосрочных прогнозов погоды, изучения климатических колебаний. Целесообразно усилить изучение вопросов, связанных с использованием наблюдений метеорологических спутников, энергетики глобальных атмосферных процессов, проблемы взаимодействия атмосферы и океана.

Предполагается издать сборник «Трудов конференции» с полными текстами докладов.



ЮЖНЫЙ МАГНИТНЫЙ ПОЛЮС ПОКИДАЕТ АНТАРКТИДУ

Обработка магнитных наблюдений в Антарктике показывает, что в течение последних 50 с лишним лет Южный магнитный полюс прошел путь более 800 км. Со средней скоростью около 2 м в час полюс движется общим направлением от гор Альберта на Земле Виктории к Берегу Адели. Интересно, что одновременно непрерывно растет Южно-Африканская магнитная

аномалия. За 30 лет значение горизонтальной составляющей земного магнитного поля уменьшилось здесь на 15%. (Южный магнитный полюс, на котором магнитные силовые линии входят в Землю вертикально и горизонтальная составляющая магнитного поля равна нулю, не следует путать с расположенным в районе советской южнополярной обсерватории «Восток» Южным геомагнитным полюсом — точкой, где поверхность Земли пересекает ось однородного намагничения Земли.)

Если в ближайшие десятилетия наблюдаемый сейчас характер магнитных явлений сохранится, можно ожидать, что сначала Южный

магнитный полюс, покинувший материк Антарктиды, будет «плавать» в Индийском океане, а затем, лет через двести, он как бы прорежется в новом месте — на юге Африки.

ЕЩЕ ОДИН ПОДВОДНЫЙ ВУЛКАН

Британская экспедиция на судне «Протектор» обнаружила не нанесенный на карту подводный вулкан в антарктической части Атлантического океана, у берегов Южных Сандвичевых островов. В этом районе эхозондирование показало, что глубина резко уменьшается с 305 до 27 м.

ПРОВЕРКА КОСМОЛОГИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ НАБЛЮДЕНИЯМИ

Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ,
профессор

В сентябре 1964 г. в Италии был организован ряд международных конференций, посвященных 400-летию со дня рождения великого ученого Галилео Галилея. В Падуде и Венеции проходила конференция по космологии, на которую был приглашен автор этих строк. В течение трех дней был заслушан ряд докладов, сделанных учеными из США, Англии, Италии и Аргентины. С интересными докладами о галактиках выступили Цвикки, Сэндейдж, Минковский, Вокулер, Бербиджи и другие. Мой доклад, о котором я расскажу в одном из следующих выпусков журнала, касался магнитных явлений, заподозренных мною в галактиках. Доклады Сэндейджа, Минковского и Мак Витти были посвящены вопросу о возможности установить из наблюдений геометрию и другие свойства той части Вселенной, в которой мы живем.

Развитие космологии — учения о свойствах Вселенной в целом — с открытием красного смещения в спектрах галактик и с созданием Эйнштейном общей теории относительности вступило в новую фазу. Согласно общей теории относительности, геометрические свойства пространства, неразрывно связанного со временем, зависят от распределения и движения масс. При этом ньютоновская механика и, в частности, закон тяготения Ньютона рассматриваются как приближенные, достаточно правильные лишь при некоторых, не слишком обширных масштабах. Трехмерное пространство, в котором движутся тела, должно иметь кривизну. Еще Н. И. Лобачевский, убежденный в том, что реальное мировое пространство не является евклидовым, пытался обнаружить это из наблюдений.

Советский физик А. А. Фридман около 40 лет назад нашел решения эйнштейновских уравнений поля тяготения. Последующее развитие и видоизменение фридмановских решений в разных странах привели к различным мысли-

мым моделям Вселенной (замкнутая, конечная и находящаяся в состоянии повсеместного расширения, сжатия или пульсации).

Почти одновременно с открытием А. А. Фридмана было обнаружено, что лучевые скорости ближайших к нам галактик в среднем, по-видимому, растут с увеличением расстояния до них и показывают удаление, разбегание галактик. В то время лучевые скорости были известны только для 42 галактик, а расстояния до них знали лишь относительные, и то предположительно.

Последующие исследования также показали, что линии в спектрах галактик смещены к красному концу и тем больше, чем галактики дальше от нас. Это явление и названо красным смещением. Ныне общепризнано, что красное смещение обусловлено реальным удалением галактик, их положительной скоростью по лучу зрения.

Красные смещения измеряются в спектрах все более и более далеких галактик. Для близких галактик красное смещение растет приблизительно пропорционально расстоянию до них и оценивается примерно в 100 км/сек на 1 млн. парсек (мегапарсек) или на 3,26 млн. световых лет. Эта величина красного смещения называется постоянной Хаббла. Возник вопрос: является ли рост красного смещения с увеличением расстояния и дальше линейным, или же характеризуется более сложной зависимостью? Разные модели Вселенной приводят к различной форме этой связи. Появилась надежда установить, какая модель Вселенной или той ее части, которая доступна наблюдениям, т. е. Метагалактики, ближе к действительности.

В космологии кривизну пространства характеризует отношение $k : R^2$ (R — масштабный фактор); k , вообще говоря, может быть равно нулю, минус единице или плюс единице. Пространство постоянной нулевой кривизны —

это «старое, доброе» евклидово пространство. Кривизна отрицательная — это пространство Лобачевского; кривизна положительная — пространство Римана. Пространства Евклида и Лобачевского рассматриваются как бесконечные, а пространства с положительной кривизной — как замкнутые, конечные. Вселенная с такой кривизной пространства конечна, хотя «размер» ее может меняться со временем.

Сравнительно недавно была выдвинута теория «стационарной Вселенной». Для нее характерно утверждение, что конечная Вселенная расширяется, но в общем не меняется, так как средняя плотность вещества в ней остается неизменной. Это в свое время привело авторов ее (Бонди, Хойл и Голд) к реакционному постулату о том, что вещество непрерывно возникает из ничего (!). Правда, по их расчетам «сотворение» одного атома водорода в объеме 100 м^3 происходит за 3000 лет, но это уже не принципиально. Защитники этой теории утверждают, что она «проста», «легко поддается проверке наблюдениями» и не ставит под сомнение вечность и повсеместность известных нам законов физики. Иначе, говорят они, если Вселенная меняется со временем и в разных местах различна, то законы, известные из земного опыта, могут быть неприменимы к далекому прошлому или к далеким областям Вселенной. В последнее время Хойл отошел от этой концепции, нарушающей закон сохранения вещества, сильно изменив теорию «стационарной Вселенной».

Разные космологические модели приводят к различному по характеру расширению: равномерному, ускоренному или замедленному. Какой из них правилен — это можно выяснить только путем наблюдений. Наблюдения надо распространить на как можно более далекие галактики. К сожалению, это совсем не так просто, к тому же наблюдения не могут быть идеально точными.

Требуется сопоставить наблюдаемое красное смещение с расстоянием до галактик. Красное смещение — изменение длины волны $\Delta\lambda$ — связано со скоростью движения по лучу зрения V соотношением $z = \Delta\lambda/\lambda = V/c$, где c — скорость света. (При очень больших скоростях теория относительности требует видоизменения формулы.)

Галактики кроме общего удаления имеют еще беспорядочные (пекулярные) скорости, достигающие иногда нескольких сот километров в секунду и не зависящие от расстояния до них. Сдвиг линий спектра в ту или иную сторону накладывается на красное смещение, которое надо выделить из наблюдаемого смещения линий. У близкой галактики красное сме-

щение невелико и неизвестная нам (конкретно для данной галактики!) ее пекулярная скорость сравнима по величине с этим смещением. Для далекой галактики искажающее влияние пекулярной скорости не очень существенно, так как само красное смещение во много раз больше. Поэтому, в частности, целесообразно определять лучевые скорости далеких галактик. К сожалению, их слабого света не хватает для фотографирования спектра даже при экспозиции в десятки часов, к тому же свет ночного неба дает тогда свой спектр, «забивающий» спектр галактики.

Недавно Вокулер убедительно показал, что окружающие нас галактики до весьма далеких расстояний образуют сжатую систему, сверхгалактику из многих тысяч членов. Ее центр — богатое скопление галактик в созвездии Девы, отстоящее от нас на 30 млн. световых лет. Ввиду сплюснутости этой системы, можно было ожидать, что она имеет вращение в своей плоскости. Анализ наблюдаемых лучевых скоростей, как теперь доложил Вокулер, подтверждает существование такого вращения. Таким образом, с удалением от нас на систематический рост красного смещения кроме беспорядочных скоростей накладываются еще систематические движения галактик, зависящие от их положения и относительно нас и относительно скопления в созвездии Девы. Это обстоятельство вносит дополнительное затруднение при установлении числового значения постоянной Хаббла, поскольку приходится сопоставлять наблюдаемые красные смещения с расстояниями до разных галактик, а эти расстояния более надежно определяются для более близких галактик, у которых красные смещения спектра обременены вращательными скоростями.

Напомним, что основной метод определения расстояний до галактик состоит в сравнении видимого и заранее известного истинного блеска обнаруженных в них звезд. К звездам, истинный блеск которых известен на основе изучения их в нашей Галактике, принадлежат ярчайшие сверхгиганты и некоторые типы звезд, переменных по блеску, в частности, так называемые новые звезды. Будучи в десятки и сотни тысяч раз ярче нашего Солнца, они выделяются среди общей массы более слабых звезд, образующих ближайшие галактики. Но на расстоянии еще сравнительно близких галактик (несколько миллионов световых лет) их уже нельзя обнаружить. К тому же недавно выяснилось, что в разных галактиках истинный блеск звезд одного и того же типа бывает несколько различным. Это затрудняет установление абсолютных расстояний и величины постоянной Хаббла с точностью, необходимой для выяв-

ления тех тонких различий, которые позволили бы выбрать модель Вселенной, наиболее близкую к действительности.

Для установления закона красного смещения прежде всего важно знать относительные расстояния для галактик. Определить расстояние до отдельно взятой очень далекой галактики

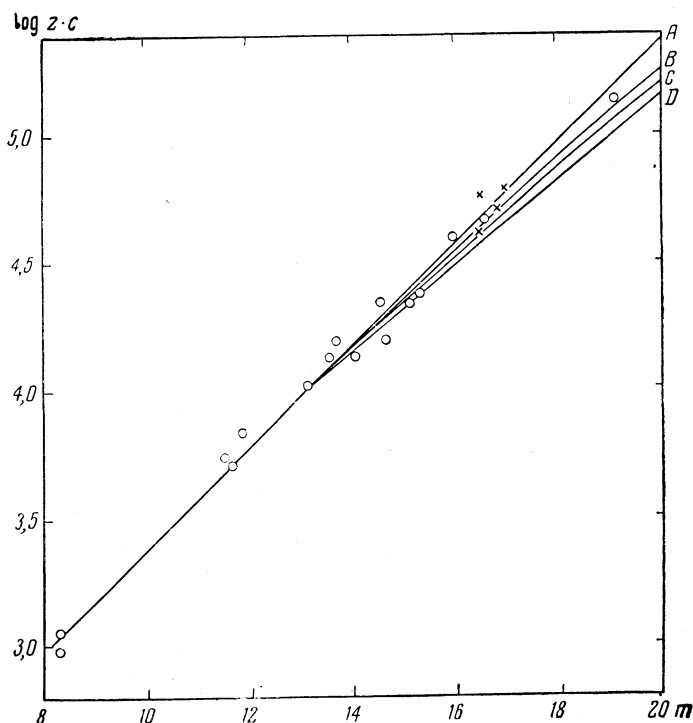


Рис. 1. Изменение красного смещения с расстоянием

тики можно лишь с большой ошибкой. Однако выяснилось, что среди галактик — членов больших скоплений — самая яркая в скоплении имеет один и тот же блеск, притом очень большой. Справедливость такого заключения, по докладу Сэндейджа, подтвердилась в 1964 г. на основе ряда сопоставлений и более точных наблюдений. Сравнение видимого и истинного блеска такой ярчайшей галактики позволяет рассчитать расстояние до нее и до скопления в целом.

Таким образом, в ближайших скоплениях истинный блеск ярчайшей галактики удастся установить, но дальше задача оказывается сложнее, чем кажется. Вот чем она осложняется. Галактики ослабевают к краям, поэтому для точного измерения их суммарного излучения надо иметь гарантию, что слабо

светящиеся внешние части учтены полностью, притом одинаково как для близких, так и для далеких из них.

Далее, можно было допускать, что в пространстве между галактиками есть среда, пусть крайне разреженная, но все же поглощающая свет. Но поглощение тем больше, чем дальше от нас отстоят галактики. От этого они покажутся нам слабее и мы отнесем их на большее расстояние, чем они находятся в действительности.

Напомним, что свет от далеких галактик идет к нам миллиарды лет, и мы видим их такими, какими они были миллиарды лет назад. А что если раньше они были ярче или слабее, чем наши соседки такого же вида в настоящее время? Два последних явления, как говорят данные, заметно не сказываются: пространство достаточно прозрачно, а эволюционные изменения в галактиках за миллиарды лет не заметны.

Красное смещение отодвигает в сторону длинных волн не только линии, но и весь спектр. Наблюдаемым становится в той или иной мере участок спектра, который мы без этого не зарегистрировали бы фотопластинкой или фотоэлементом. Этот коротковолновый участок у галактик содержит меньше энергии. В результате, чем дальше галактика, тем, вследствие красного смещения, ее цвет кажется нам краснее, а яркость меньше. Все это также надо учитывать, сравнивая наблюдаемую и истинную яркость главных галактик скоплений для определения их расстояний.

К 1956 г. американские астрономы на основе измерений видимой звездной величины (видимого блеска) и лучевых скоростей 800 галактик пришли к выводу, что в пределах дальности наблюдений красное смещение возрастает с расстоянием линейно. Значит Метагалактика расширяется с замедлением, а это служит аргументом против того, что пространство наше эвклидово или соответствует теории «стационарной Вселенной».

Сэндейдж в своем докладе показал, что к 1965 г. материал для решения вопроса значительно улучшился. Некоторые сомнения в точности прежних данных не подтвердились. Кроме того, радиоастрономы открыли очень далекие радиогалактики, т. е. галактики с крайне сильным радиоизлучением. Многие из них сами оказались ярчайшими членами скоплений. Удалось определить их истинный и видимый блеск, а также красное смещение. Наибольшее красное смещение уже достигло значения $z = 0,46$. Были открыты еще «квазизвездные» радиоисточники, по-видимому, галактики особого типа. Для одного из них $z = 0,85$. Это самый

далекий объект, расстояние до которого удалось определить к настоящему времени. (Для сравнения заметим, что к 1956 г. наибольшее красное смещение, измеренное у далекой галактики в одном скоплении, составило 0,2 от скорости света.)

По причинам, изложенным Минковским на конференции, не приходится рассчитывать, что в скором времени удастся отождествить более далекие радиисточники с оптическими объектами, в спектре которых удалось бы измерить красное смещение. Слишком уж слабы для этого далекие объекты.

В связи с тем, что новые, более точные и обширные данные подтвердили вывод о расширении Метагалактики с замедлением, большинство астрономов теперь считает его заслуживающим доверия, хотя и требующим дальнейшей более основательной проверки.

На рисунке изображены линии, графически представляющие изменение красного смещения с расстоянием. По оси абсцисс отложены видимые звездные величины галактик, а по оси ординат — логарифм величины z , умноженной на скорость света. Кривая *A*, совпадающая с данными наблюдений, представленных кружками, соответствует Метагалактике, расширяющейся с замедлением. Кривая *B* соответствует эвклидову пространству, кривая *D* соответствует требованиям «стационарной Вселенной». Кривая *C* представляет случай взрывающейся модели без заметного гравитационного замедления.



ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ И ЗВЕЗДНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

(Симпозиум в Москве 24—28 ноября 1964 г.)

Первоначально так и предполагалось: обсудить актуальные проблемы изучения переменных звезд в связи с современной теорией звездной эволюции. Но получилось иначе. Прошедший симпозиум активно обсуждал последние достижения теории эволюции звезд, затрагивая попутно проблемы звездной изменчивости. И это естественно, ибо вся сумма изве-

Американский астроном Мак Витти, специалист по сопоставлению наблюдений с космологическими теориями, на конференции заявил: «Как астроном, опирающийся в космологии больше на данные наблюдений, я, после анализа их точности, прихожу к такому выводу. Метагалактика расширяется несомненно с замедлением. Это означает, что кроме тяготения действуют еще другие силы, стягивающие вещество, и что Метагалактика сжимается, вслед за чем она должна снова расширяться. В геометрическом смысле пространство Вселенной бесконечно, хотя это и не означает, что любой наблюдатель в любое время может видеть все существующие звездные системы. Наше пространство искривлено, оно не эвклидово. Наблюдения опровергают также теорию «стационарной Вселенной» с ее предполагаемым непрерывным творением вещества из ничего».

Вывод Мак Витти для нас особенно интересен, так как среди западных ученых до недавнего времени большинство, как известно, не признавало бесконечности Вселенной, ограничивало ее во времени и в пространстве или же разделяло другую идеалистическую концепцию — концепцию стационарной Вселенной. Выступление на конференции Бонди в защиту этой теории теперь уже явно не имело успеха. Мнение Мак Витти, авторитетного американского ученого, несомненно, окажет влияние на западных ученых.

Г. С. ЦАРЕВСКИЙ,
аспирант

стных фактов приводит нас к выводу: звезды становятся переменными лишь на некоторых этапах своего развития. Два-три десятилетия назад положение было иным, теория звездной эволюции только зарождалась, а изучение переменных звезд было вполне самостоятельной областью астрономии.

На рис. 1 изображен эволюционный путь

звезды, более массивной, чем наше Солнце, на диаграмме «спектр — абсолютная величина», известной под названием диаграммы Герцшпрунга — Рессела (Г—Р).

Если предположить, что звезды возникают в результате гравитационного сжатия газового облака, то первоначально возникшая звезда, постепенно сжимаясь и разогреваясь, опишет на диаграмме Г—Р путь 1—2 (первая стадия), и в результате достигнет главной последовательности в виде нормальной звезды. Пробыв определенное время на главной последовательности (вторая стадия), звезда начинает двигаться на диаграмме Г—Р вправо, быстро проходя так называемый «пробел Герцшпрунга» (третья стадия), после чего попадает в область красных гигантов (четвертая стадия). Важно, что эволюция идет тем быстрее, чем больше масса звезды*. Все основные этапы звездной эволюции были последовательно рассмотрены симпозиумом.

Первое заседание, проходившее под председательством профессора С. Б. Пикельнера, было посвящено возникновению звезд и их эволюции до достижения главной последовательности. В обзоре, сделанном профессором С. А. Капланом, и в докладе Л. М. Озерного уточнялись условия образования звезды из первоначального газового облака путем конденсации, а также исследовалась дальнейшая судьба возникшей таким образом протозвезды. Постепенно сжимаясь, протозвезда приходит наконец в устойчивое состояние, причем наступает это тогда, когда температура в центре повышается настолько, что начинаются ядерные реакции. Их энергия компенсирует излучение с поверхности звезды, и сжатие к центру прекращается.

Э. А. Дибай изложил свою концепцию генетической связи так называемых кометарных туманностей со вновь образующимися звездами. Он показал, что горячая массивная звезда, ионизируя окружающий межзвездный газ, создает ударную волну, которая, распространяясь и фокусируясь (кумулятивный эффект), приводит к условиям, чрезвычайно благоприятным для звездообразования.

На следующем заседании П. Н. Холопов сделал вводный доклад «Явления звездной переменности, связываемые с начальной стадией эволюции звезд». Примечательно, что как раз начальная стадия связана с некоторыми очень интересными типами звездной перемен-

ности, а именно: со вспыхивающими звездами, с неправильными переменными типа RW Возничего, звездами с эмиссионными линиями в спектре и т. д. Многие из таких звезд явно связаны с газово-пылевыми туманностями. Есть основания считать, что эволюция звезд на начальной стадии идет в сторону постепенного уменьшения связи с туманностями. И. Г. Колесник связал особенности неспокойного

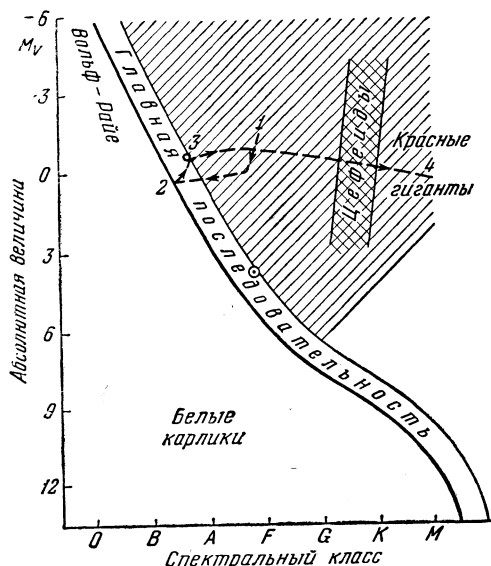


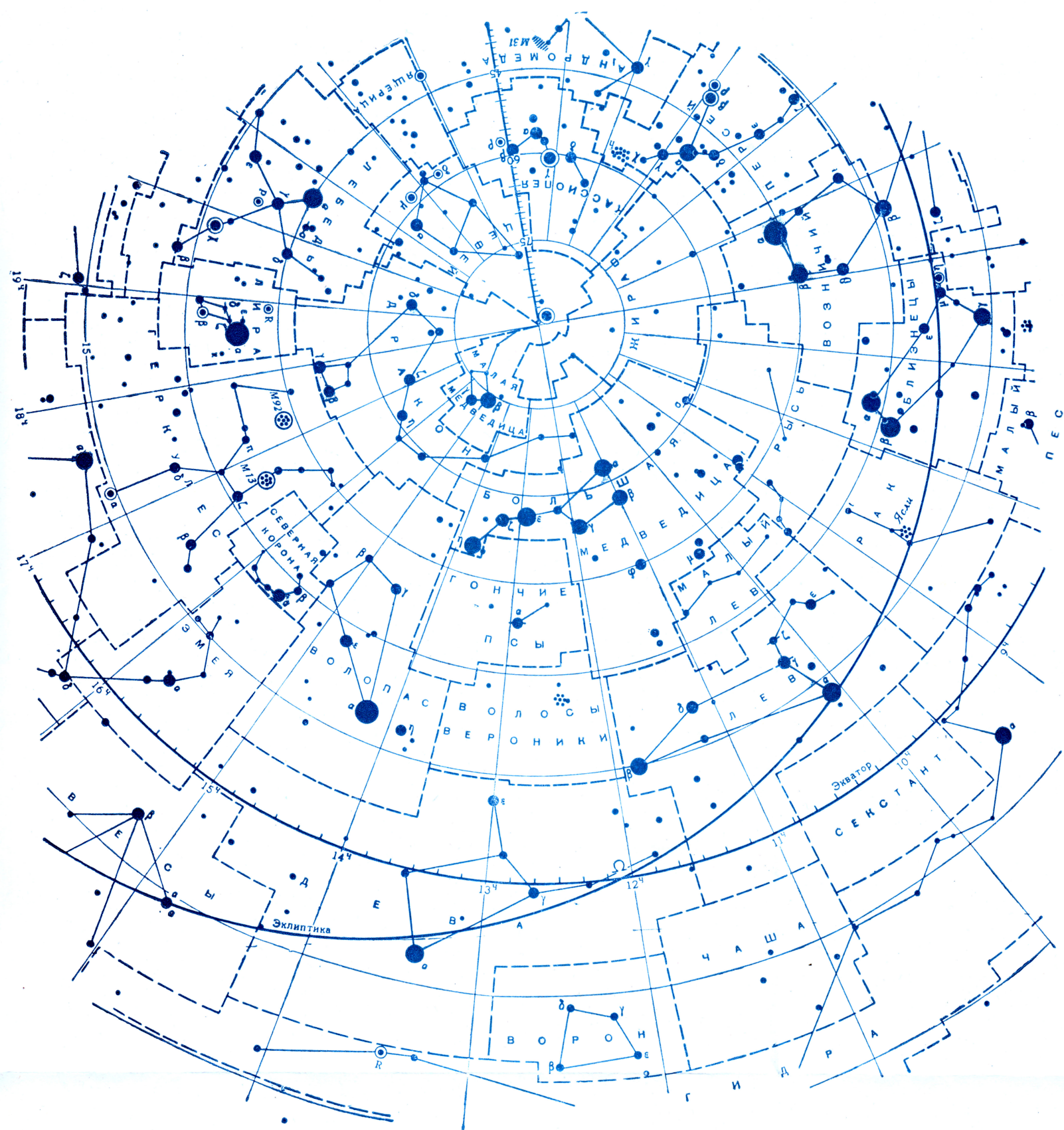
Рис. 1. Диаграмма Герцшпрунга — Рессела. Пробел Герцшпрунга заштрихован. Цфеиды находятся в полосе неустойчивости. Жирный пунктир — типичный эволюционный путь массивной звезды

поведения звезд на стадии гравитационного сжатия с тем фактом, что эти звезды конвективно неустойчивы (т. е. в них происходит перемешивание вещества). Получается так, что «взволнованность» звезды зависит от того, насколько развито такое перемешивание.

Интенсивные вспышки сопровождаются существенной потерей массы звезды. Об этом рассказал в своем докладе Р. Е. Гершберг.

На ранней стадии гравитационного сжатия звезда имеет довольно низкую температуру поверхности (порядка 2000°). Известно, что максимум излучения при понижении температуры сдвигается в сторону длинных волн спектра. Именно поэтому «холодная» звезда излучает преимущественно в инфракрасной области. Наблюдений в этой области сделано довольно мало, они поэтому очень актуальны. В этом причина интереса, с которым было встречено со-

* Подробнее об эволюции звезд рассказано в статье Ю. Н. Ефремова в этом же номере журнала.



Май 1965

Видимость планет

Марс виден вечером (созвездие Льва; приближенные координаты планеты в середине месяца: прямое восхождение 11 ч, склонение $+8^\circ$).
 Уран виден в бинокль в первой половине ночи (созвездие Льва; приближенные координаты планеты в середине месяца: прямое восхождение 10 ч 50 м, склонение $+8^\circ 15'$).

общение молодого астронома В. С. Шевченко из Ташкента о наблюдениях в инфракрасной области с помощью электронно-оптического преобразователя (ЭОП) ряда звезд типа RW Возничего. По-видимому, характер переменности этих звезд в инфракрасных лучах отличается своеобразием по сравнению с поведением в обычных «видимых» областях спектра.

И. М. Копылов (Крымская обсерватория) руководил обсуждением темы «Эволюция переменных звезд в пределах главной последовательности». На этом этапе в звезде идут ядерные реакции, преобразующие водород в гелий. В центре возникает постепенно растущее ядро, состоящее из гелия, на поверхности которого «горит» водород. Звезда, как показывают расчеты, постепенно передвигается на диаграмме Г—Р от нижней границы главной последовательности к верхней (участок 2—3 на рис. 1). На этой стадии появляется ряд своеобразных типов переменных звезд: звезды типа β Цефея, показывающие небольшие правильные изменения блеска и цвета и параллельные изменения лучевых скоростей (явления, напоминающие пульсацию); магнитопеременные звезды; звезды с различными спектральными аномалиями.

Некоторые докладчики (В. В. Порфирьев и Л. М. Шульман, И. М. Копылов) отметили, что особое влияние на поведение звезды оказывает ее собственное осевое вращение. Этот фактор сейчас все чаще принимается во внимание. Дело здесь в том, что вращение влияет на характер циркуляции вещества в звезде, в частности на обновление ее недр «свежим» материалом, проникающим с поверхности.

С. В. Рублев рассказал о довольно необычных звездах типа Вольфа-Райе. Они характеризуются большой поверхностной температурой, обилием гелия и интенсивным истечением вещества с поверхности. С. В. Рублев посвятил этим звездам цикл работ. Ему удалось показать, что звезды типа Вольфа-Райе образуют на диаграмме Г—Р самостоятельную последовательность (см. рис. 1), расположенную левее верхней части главной последовательности. Пока трудно удовлетворительно объяснить происхождение этих звезд и направление их эволюции.

Большой интерес представляет поведение звезды в пробеле Герцшпрунга, который она пересекает в быстром темпе, удаляясь направо от главной последовательности и достигая, наконец, области красных гигантов. «По дороге» звезда попадает в так называемую «полосу неустойчивости». Здесь условия весьма благоприятны для наступления пульсационной неустойчивости. Профессор С. А. Жевакин раз-

работал теорию, которая хорошо объясняет неизбежность возникновения пульсаций на определенной стадии развития звезды. Так возникают цефеиды — хорошо известный и лучше всего изученный тип переменных звезд.

Качественно новый этап в изучении цефеид наступил совсем недавно: 1) были открыты и изучены цефеиды в рассеянных галактических скоплениях; 2) их изучение проводилось точным электрофотометрическим методом в единой международной системе звездных величин (UBV); 3) были применены результаты современной теории эволюции звезд. Оказалось, что наблюдения хорошо соответствуют той схеме, которая излагалась выше. Цефеиды, пересекая полосу неустойчивости, непрерывно меняют особенности своих кривых блеска и лучевых скоростей. Кроме того, обнаружилось, что молодые звездные скопления содержат цефеиды с более длинным периодом, чем старые. Это легко объясняется гипотезой возникновения цефеид из массивных звезд главной последовательности. Более массивная звезда превращается в цефеиду более длинного периода, а по мере увеличения возраста скопления все менее и менее массивные звезды превращаются в цефеиды. Обо всем этом говорили И. М. Копылов, Г. С. Царевский, Ю. Н. Ефремов.

Доктор физико-математических наук А. Г. Масевич сделала обзор по эволюции красных гигантов. Звезда, достигшая этой стадии, приобретает довольно сложную структуру, водород в ее центре уже «выгорел», а температура повышается настолько, что начинает «выгорать» гелий, т. е. начинаются ядерные реакции, преобразующие гелий в более тяжелые элементы. А. Г. Масевич подчеркнула, что необходимо различать эволюцию звезд с большой и малой массой. Дело тут не только в том, что звезды с малой массой эволюционируют гораздо медленнее, но и в том, что для них расчеты проведены значительно подробнее и результаты этих расчетов более определены. В данном случае теория находит свое подтверждение в диаграммах Герцшпрунга — Рассела шаровых звездных скоплений, представляющих собой наиболее старые образования нашей Галактики. На рис. 2 последовательные этапы эволюции показаны стрелками. Массивные звезды уже проэволюционировали. Хвостик слева внизу — это все, что осталось от главной последовательности (ср. с рис. 1). Здесь находятся звезды малой массы (примерно одна масса Солнца и меньше), которые эволюционируют настолько медленно, что еще не успели уйти с главной последовательности. Слева вверху на рис. 2 — область красных гигантов.

Профессор Б. В. Кукаркин подробно описал переменные звезды, которые появляются на поздней стадии. В области красных гигантов находятся хорошо известные звезды типа Миры Кита, а также красные неправильные и полуправильные переменные. А на горизонтальной ветви находится резко ограниченный интервал, в который попадают пульсирующие звезды типа RR Лиры. Б. В. Кукаркин показал, что значительное число фактов еще плохо укладывается в одну общую схему, имеется много противоречий, разрешение которых — дело недалекого будущего.

Огромный наблюдательный материал был обработан профессором В. П. Цесевичем, который пришел к выводу, что для звезд типа RR Лиры характерны такие же внезапные изменения периодов, как и для долгопериодических цефеид.

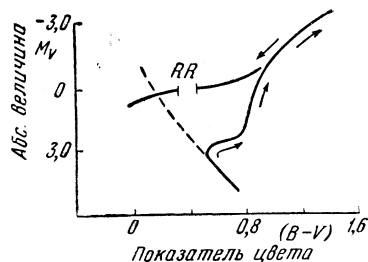
Н. М. Шаховской провел большое количество поляриметрических наблюдений звезд различных типов. Изменение степени поляризации позволяет судить об особенностях выброса материи с поверхности звезд.

Специальное заседание (руководитель профессор И. С. Шкловский) было посвящено особым нестационарным объектам, излучающим колоссальное количество энергии: «сверхзвездам», сверхновым, особым галактикам. Обсуждались крайне интересные, волнующие астрономов и физиков всего мира проблемы, но они стоят пока вне рамок «обычной» звездной эволюции. Здесь говорилось и о быстром сжатии (коллапсе) звезд под действием сил гравитации, и о равновесии больших масс с учетом общей теории относительности, и об интерпретации рентгеновского излучения Крабовидной туманности, и об эволюции «голубых» галактик Сейферта. Наряду с такими крупными учеными, как академик Я. Б. Зельдович, профессор

И. С. Шкловский, выступали молодые астрофизики И. Д. Новиков, Л. М. Озерной, Э. А. Дибай, В. И. Проник и другие.

Всего было сделано около 50 докладов, так что невозможно рассказать обо всем достаточно подробно. Через некоторое время предполагается издать специальный выпуск трудов симпозиума.

Рис. 2. Диаграмма Герцшпрунга — Рессела шарового скопления. Спектральный класс заменен показателем цвета (B—V). RR — здесь находятся исключительно переменные звезды типа RR Лиры



В целом симпозиум, организованный по инициативе Комиссии по переменным звездам Астрономического совета АН СССР, прошел в обстановке деловых обсуждений и дискуссий и внес определенный вклад в развитие советской астрономии.

Можно привести такое сравнение: то, что мы сейчас называем общей картиной эволюции звезд, представляет собой нечто вроде мультипликационного фильма, в котором многие рисунки неточны, некоторые, возможно, придется поменять местами, а некоторые мы еще не знаем даже, куда вклеить. Но что многие детали верны и пускаем мы «фильм» в правильном направлении — это несомненно.



В некотором пункте Земли в течение определенного периода времени восход Солнца ежедневно наблюдался в одно и то же время по звездным часам. В течение другого периода времени заход Солнца там также наблюдался ежедневно в то же время по звездным часам. Где и когда это могло быть?

(Ответ на стр. 80)

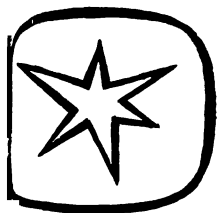
Как должны сменяться даты для пассажира реактивного самолета, который вылетел из Москвы (долгота 2 часа 30 минут) на запад в полдень 28 февраля и облетел Землю по параллели за 24 часа? А если самолет летел на Восток? (Счет ведется по поясному времени).

(Ответ на стр. 96)

«ЛЕТАЮЩЕЕ БЛЮДЦЕ» В КОСМОСЕ



На сей раз это не легенда. В США рассчитывают создать космический аппарат — искусственный спутник Земли, очень похожий по форме на блюдце гигантских размеров. Его поперечник 120 м. Внутренняя часть «блюдца» заполнится газом. Новый искусственный спутник Земли предназначен для связи. Его предполагается запустить в 1965 г.



ДИСКУССИИ, ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

СПУТНИКИ МАРСА — КАКИЕ ОНИ?

В. А. БРОНШТЭН,
*кандидат
физико-математических
наук*

Еще в древние времена планета Марс была названа так в честь бога войны за свой багрово-красный цвет, напоминающий цвет крови. Нет ничего удивительного в том, что спутники Марса, открытые Асафом Холлом в 1877 г., получили имя Страха (Фобос) и Ужаса (Деймос). Эти спутники очень малы. Они едва заметны в самый мощный телескоп. Поперечник первого из них 15 км, а второго — всего 8 км. Двигутся они вокруг Марса на расстоянии 6 000 и 20 000 км от поверхности планеты (рис. 1).

С открытием этих крошечных небесных тел связан любопытный курьез в истории астрономии.

В начале XVII века Кеплер, пытаясь расшифровать анаграмму, опубликованную Галилеем в связи с первым наблюдением кольца Сатурна, после длительного кропотливого труда составил из букв зашифрованной Галилеем фразы следующее предложение: «Привет близнецы — Марса порождение!». На этом основании Кеплер заявил, что Галилей будто бы открыл у Марса двух спутников. Удивительное совпадение! Эти спутники действительно были открыты, но... спустя почти 300 лет.

Может быть спутники Марса и не представляли бы собой особенно большого интереса, если бы не одна загадочная особенность их движения.

Около двадцати лет назад американский астроном Шарплесс обнаружил, что внутренний спутник Марса — Фобос движется с небольшим, но заметным ускорением, постепенно приближаясь к Марсу. Период его обращения, равный 7 часам 37 минутам, уменьшается примерно на одну миллионную долю секунды

за сутки. Как это уменьшение ни мало, ученые принялись искать его причину.

Пять лет назад известный советский астрофизик И. С. Шкловский попробовал подсчитать, не может ли быть такой причиной торможение спутника в верхних слоях атмосферы планеты. Как это ни странно, подобное торможение может быть причиной ускоренного движения. Ведь спутник, теряя энергию за счет торможения в атмосфере, будет приближаться к планете, а это вызовет ускорение его движения по орбите.

Конечно, И. С. Шкловский рассмотрел и другие возможные причины такого явления: приливы в коре Марса, действие светового давления, электромагнитные и гравитационные эффекты. Но объяснить ими наблюдаемое ускорение не удалось. Оставалось торможение в атмосфере. Подсчитав плотность атмосферы Марса на расстоянии Фобоса (6000 км), И. С. Шкловский пришел к парадоксальному выводу: столь разреженная атмосфера могла бы тормозить Фобос лишь в том случае, если бы он имел среднюю плотность 0,001 г/см³. Получалось, что спутник — полый, пустотелый. И профессор Шкловский выдвинул удивительную гипотезу: оба спутника Марса — Фобос и Деймос — искусственные.

Эта гипотеза наделала в свое время много шума. Но вот страсти улеглись, а проблема осталась.

С разных сторон подходили ученые к ее решению. Советский ученый профессор Н. Н. Парийский еще в 1960 г. попытался проверить, так ли уж безнадежна приливная гипотеза. Ведь Фобос должен создавать приливы в коре Марса, как Луна создает их в земной

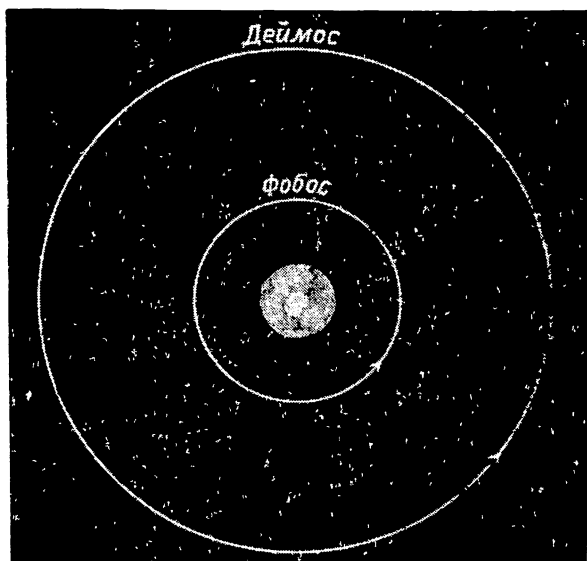


Рис. 1. Орбиты спутников Марса

коре. Правда, масса Фобоса в 10 млн. раз меньше массы Луны, но зато он в 60 с лишним раз ближе к Марсу. А ведь приливное ускорение обратно пропорционально кубу расстояния! Так что приливы, создаваемые Фобосом, не так малы, как может показаться. И вот Н. Н. Парийский рассчитал, что если предположить для коры Марса жесткость, несколько меньшую, чем для верхней мантии Земли, то можно получить необходимое запаздывание приливного горба, который, отставая от спутника на небольшой угол, своим притяжением как бы «тащит» его назад.

Американские ученые Редмонд и Фиш в 1964 г. выполнили еще более подробное исследование этого вопроса. Они пришли к тому же выводу, что и Парийский: приливное торможение может быть причиной векового ускорения Фобоса, если считать жесткость его коры меньшей, чем у Земли. А ведь И. С. Шкловский в свое время основывался именно на данных Джеффриса для земной коры, и поэтому не смог получить в этом направлении успешных результатов.

Но и гипотеза атмосферного торможения нашла своих сторонников. Недавно американский ученый Г. Шиллинг решил заново проверить все расчеты, относящиеся к атмосфере Марса и движению Фобоса. На основании самых последних данных с помощью электронно-счетных машин была рассчитана плотность атмосферы Марса на высоте 6000 км. Учитывая неточность наших представлений о температуре атмосферы планеты на больших высотах,

было найдено, что искомая плотность заключена в пределах от $3 \cdot 10^{-15}$ до $6 \cdot 10^{-19}$ г/см³, а наиболее вероятное ее значение 10^{-16} г/см³. Отсюда следует, что возможная плотность Фобоса (если считать, конечно, что особенности его движения объясняются именно сопротивлением атмосферы) — от 0,001 до 6 г/см³. И. С. Шкловский принял наименьшее из этих значений. Но почему не выбрать более вероятную величину, скажем 3 г/см³? Ведь это — плотность скальных пород. И тогда гипотеза об искусственном происхождении спутников Марса отпадет сама собой.

Именно так смотрит на этот вопрос Г. Шиллинг. Чтобы как-нибудь проверить основное предположение о роли марсианской атмосферы, он сравнил ускорение Фобоса за разные периоды времени... с количеством пятен на Солнце. Ведь наблюдения движения искусственных спутников Земли за 7 лет уверенно показали, что солнечная активность влияет на плотность верхних слоев атмосферы Земли. Но раз Земли, значит и Марса. А если так, то сопоставление имело смысл.

И что же: кривая ускорения Фобоса (на рис. 2 вверху) шла почти параллельно сглаженной кривой числа солнечных пятен (рис. 2 внизу). Значит, атмосферная гипотеза правильна? Но почему же тогда второй спутник Марса — Деймос не только не испытывает замет-

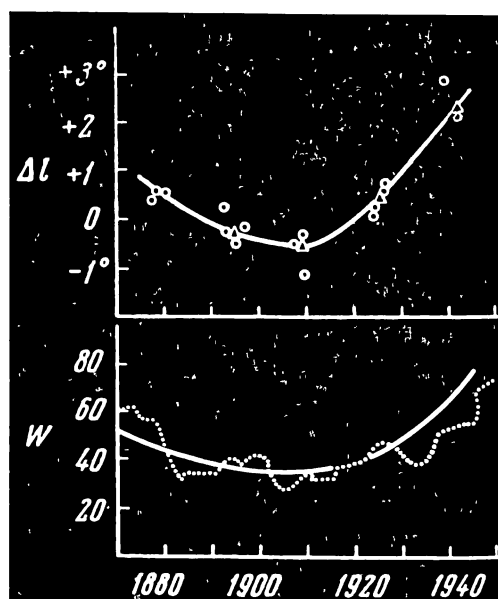


Рис. 2. Графики ускорения Фобоса по долготе (Δl) и сглаженных относительных чисел солнечных пятен (w) за 80 лет

ного ускорения, но, наоборот, постепенно замедляет свое движение, удаляясь по спирали от Марса, как будто его подталкивает какая-то попутная сила?

Не учел Г. Шиллинг и еще одного обстоятельства, на которое в свое время обращал внимание профессор И. С. Шкловский. Ведь и он тоже «испытывал» различные модели марсианской атмосферы. Но та модель, которая обеспечивала нужное торможение обычного каменного спутника, соответствовала слишком высокой температуре внешних слоев атмосферы Марса (около 1500°). При такой температуре вся атмосфера Марса рассеялась бы за несколько миллионов лет. А ведь Марс существует 4—5 млрд. лет!

В 1964 г. советские астрономы В. П. Виоградова и В. В. Радзиевский указали еще одну возможную причину ускорения Фобоса и замедленного движения Деймоса. Дело в том, что если бы эти спутники имели шарообразную форму, то тормозящее действие света было бы обусловлено главным образом необходимостью приводить в движение поглощаемую массу света. Этот эффект, как правильно подсчитал И. С. Шкловский, не мог бы вызвать заметного ускорения Фобоса и уж тем более замедления

Деймоса. Однако, если спутники Марса имеют форму неправильных обломков, то роль светового давления может возрасти во многие тысячи раз, причем в зависимости от ориентации спутников по отношению к планете световое давление может действовать не только тормозящим, но и ускоряющим образом. Количественные подсчеты показали, что для спутников Марса, имеющих гексаэдральную форму, светового давления солнечных лучей более чем достаточно для того, чтобы вызвать наблюдаемые особенности их движения. Значит, спутники могут иметь и менее выгодную форму.

Таким образом мы видим, что существует несколько возможностей для объяснения особенностей движения спутников Марса без помощи довольно искусственной гипотезы о том, что Фобос является полым телом, созданным руками разумных существ.

Какая же из рассматриваемых возможностей соответствует действительности? Решить этот вопрос пока не так-то просто. И все-таки мы надеемся, что в недалеком будущем запущенные к Марсу автоматические межпланетные станции помогут нам окончательно установить: каковы же они — спутники Марса?



В АНТАРКТИЧЕСКИХ ДОЛИНАХ

Новозеландский университет Виктории (Веллингтон) завершил в начале 1964 г. очередную экспедицию в антарктические долины («оазисы») Тейлор, Райт и Виктория к западу от пролива Мак-Мёрдо. Обследованы 16 озер, температура которых необычно высока для таких широт. Выполнены геохимические исследования, тепловые и болометрические измерения, регистрация теплового потока, взяты образцы воды для определения содержания хлорида магния и кальция, произведены геоморфологические работы на прибрежных моренах и гляциологические наблюдения на близлежащих ледниках. Сделан окончательный вывод, что высокая температура озер не вызывается большим геотермическим градиентом или горячими источниками, а она — результат воздействия солнечных лучей.

ИЗУЧЕНИЕ АФТЕРШОКОВ НА АЛЯСКЕ

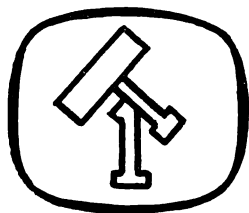
За четыре месяца, последовавших за крупным землетрясением 27 марта 1964 г. на Аляске, отмечено свыше 9200 афтершоков (повторных толчков) различной силы. По подсчетам доктора Алджермиссена (США), энергия упругих волн, высвободившаяся в результате этого землетрясения, приблизительно равна полной энергии взрыва 40 мегатонн динамита, или взрыву примерно двух тысяч атомных бомб, типа сброшенной на Хиросиму.

Данные, полученные сейсмическими станциями, свидетельствуют, что частота афтершоков падала со временем весьма значительно. Из наиболее сильных афтершоков 333 произошли в первые трое с половиной суток после землетрясения, 349 — в течение всего апреля 1964 г., 100 — в мае, 37 — в июне и 32 — в июле. Все несколько тысяч отмеченных афтершоков наблюдались в сравнительно узкой полосе, длиной около 560 км, протянувшейся от

залива Принс-Вильям (около 130 км юго-восточнее Анкориджа, где произошло основное землетрясение) до района юго-восточнее острова Кадьяк.

Исследования в районе острова Монтагю и в прилегающей к нему части морского дна показали, что часть этого острова поднялась приблизительно на 10 м по сравнению с прежним уровнем. Океанографические измерения говорят о том, что в морском ложе произошли значительные разломы.

Магнитуда аляскинского землетрясения равна 8,5 (по шкале Рихтера). В результате его погибло или пропало без вести 114 человек. Для сравнения можно указать, что землетрясение в Лонг-Бич (Калифорния), происшедшее в 1933 г. и стоившее жизни 120 человекам, оценивается магнитудой в 6,3, а в результате агадирского (Марокко) землетрясения 1960 г., магнитуда которого составляла 6,25, погибло около 12 000 человек. Различия в проявлении этих землетрясений на земной поверхности объясняется неодинаковой глубиной очага.

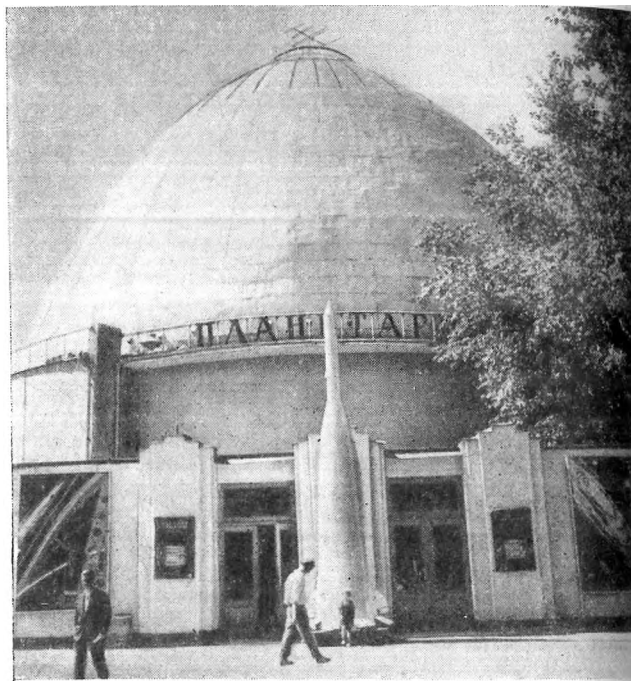


ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ

В ЗВЕЗДНЫХ ЗАЛАХ СТРАНЫ

(Планетарии СССР)

К. А. ПОРЦЕВСКИЙ



Московский планетарий

Московский планетарий стал привычной деталью нашей столицы, как будто он возвышался здесь вечно или по крайней мере вырос вместе с городом. Правда, когда здание планетария окружили многоэтажные дома Садово-Кудринской улицы, он как бы уменьшился в размерах. Однако людской поток к нему не пssяк. Сюда идут жители столицы и ее гости, старики и дети, идут, чтобы познакомиться с новостями наук о Вселенной, чтобы еще раз всмотреться в звездное небо под куполом, послушать свежую лекцию.

Между тем Московский планетарий не так уж стар. Его строительство по проекту молодых архитекторов М. О. Барщ и М. И. Синявского началось в сентябре 1928 г., а 5 ноября 1929 г. была прочитана первая лекция с демонстрацией искусственного звездного неба.

Восторженные отклики появились в журналах и газетах. На обложке «Огонька» было помещено изображение странного прибора, похожего на иллюстрацию в научно-фантастической книге. А в журнале «Искра», когда еще шло строительство, были помещены статьи с описанием «звездного театра», как тогда называли планетарий. На его открытие откликнулся поэт Владимир Маяковский стихотворением «Пролетарка, пролетарий, заходите в планетарий».

Событие действительно было значительным. Ведь главный прибор — оптический планетарий, был впервые построен только в 1926 г. в Германии на заводе Цейсса по проекту инженера В. Бауэрсфельда. Московский планетарий стал тринадцатым в мире. Десять его предшественников находились

в Германии, один — в Риме и еще один — в Вене.

И вот 35 лет аудитории планетария заполняют посетители. Свыше 30 млн. человек побывали в его здании. А ведь это — седьмая часть всего населения Советского Союза!

В течение двадцати лет Московский планетарий был единственным в нашей стране, пока не открылись планетарии в Костроме, Барнауле, Иркутске и Южно-Сахалинске, потом в Саратове, Горьком и Ярославле.

Однако в большинстве этих городов специальные здания планетариев не строились, а приспособлялись старые. В них на куполе диаметром до 12 м демонстрировалось звездное небо с помощью упрощенного (не оптического) аппарата УП-4, сконструированного в экспериментально-механических мастерских Московского планетария С. Н. Михайловым и К. Н. Шистовским. Теперь аппараты УП-4 выпускает фабрика наглядных пособий и демонстрационной аппаратуры Всесоюзного общества «Знание».

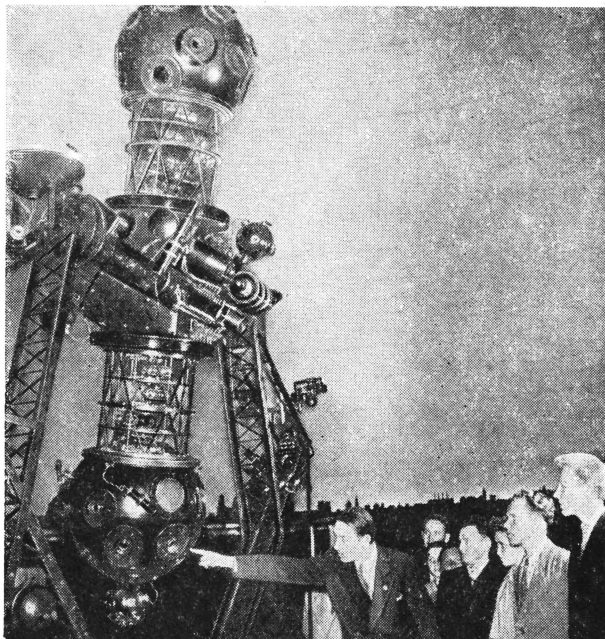
В 1952 г. в Киеве на улице Челюскинцев был открыт первый на Украине планетарий. В его зрительном зале — 150 мест, звездное небо демонстрируется при помощи аппарата «малый Цейсс». Теперь здесь ведется подготовка к строительству большого планетария. Вся аппаратура для него уже получена.

В 1954 г. на улице Мира возрожденного из пепла и руин города-героя Волгограда был построен планетарий с звездным лекционным залом на 400 мест и с физической аудиторией на 125 мест. Это — подарок трудящихся Германской Демократической Республики советскому народу в знак вечной и нерушимой дружбы. В зрительном зале установлен большой аппарат Цейсса. Монтажом Волгоградского планетария, обсерватории и астрономической площадки руководили специалисты Московского планетария. Они участвовали в разработке проектов не только советских планетариев, но и некоторых иностранных (Чехословакия, Китай, Польша, Болгария).

В последующие годы открыт еще ряд планетариев. В пятнадцать из них установлены аппараты УП-4, в семнадцать — «малый Цейсс», а в рижском и ленинградском — большой аппарат Цейсса.

Ныне в 60 городах Советского Союза есть стационарные планетарии. Несколько сот передвижных планетариев выпустил Ростовский завод киноаппаратуры. Они обслуживают население районных центров, сел и деревень.

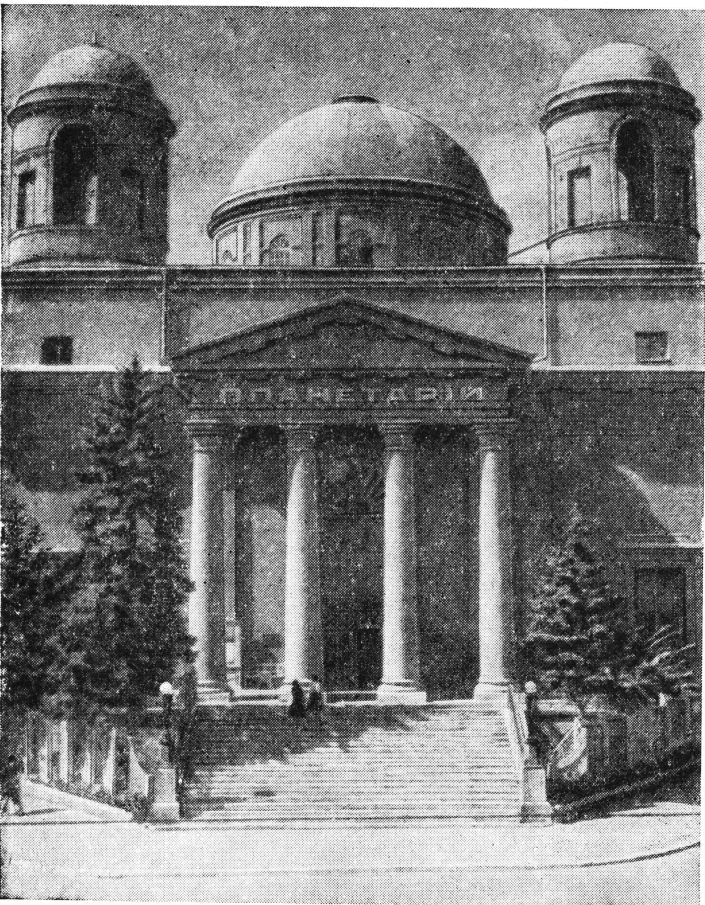
При некоторых планетариях работают народные обсерватории и астрономические площадки. Наиболее крупные — при Московском



У главного прибора в звездном зале
Московского планетария



Ярославский планетарий



Киевский планетарий

нейшей аппаратуры, с применением музыки, кино, различных оптических эффектов. Лекция в планетарии — комплексное зрелище, обращенное не только к разуму слушателей, но и к их чувствам. Это звездный спектакль, приближающийся к художественному произведению (например, лекции «Звездный дом» К. Н. Шистовского, «Полет на Луну» В. Н. Чухрова, «По ту сторону тайны» В. Н. Комарова в Московском планетарии). Лектор, выступающий в звездном зале, сам управляет всей сложной аппаратурой.

Планетарии Советского Союза проводят большую научно-просветительную работу, распространяя знания по астрономии и астронавтике, географии и физике, геофизике и геодезии, научному атеизму, математике, химии и т. д., с широким использованием технических средств пропаганды.

Для большей наглядности и доходчивости, а также занимательности в планетариях широко используются диапозитивы, кинофильмы, многочисленные дополнительные аппараты: затмения, кометы, ракеты, полярные сияния и др., а также панорамы Луны, Марса и других небесных тел. Как известно, астрономии принадлежит огромная роль в формировании материалистического мировоззрения. Давая правильную, материалистическую картину мира в целом, основанную на неопровержимых фактах, она раскрывает движение и развитие, происходящие во Вселенной, позволяет предвидеть явления, еще недавно считавшиеся непонятными.

Волгоградский планетарий



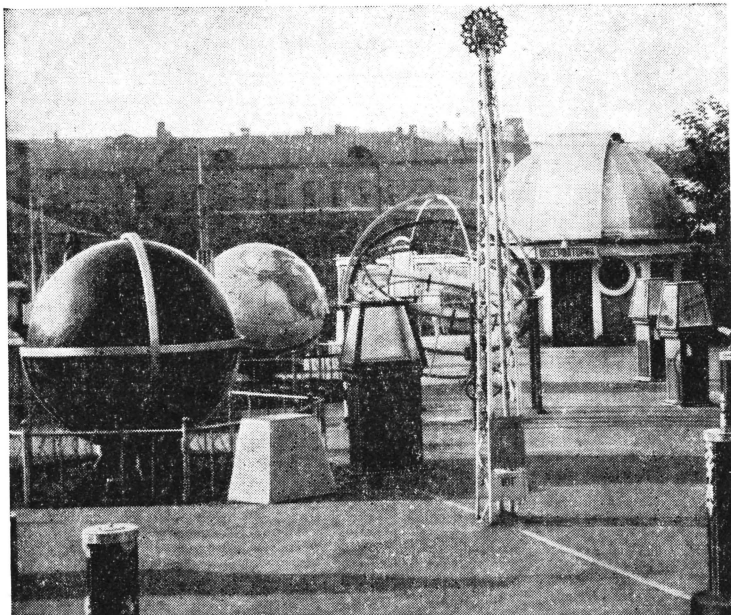
и Волгоградском. На площадках расположены действующие приборы, с помощью которых можно наглядно объяснить посетителям те или иные астрономические вопросы. Казалось бы простой вопрос: «Почему происходит смена времен года»? Однако далеко не каждый может дать на него краткий и точный ответ. Нередко говорят, что летом теплее потому, что Земля ближе к Солнцу. Но ведь Земля проходит перигелий (самую близкую к Солнцу точку орбиты) в начале января, а афелий (наиболее удаленную точку) — в начале июля. Значит, дело не в расстоянии до Солнца, а в наклоне солнечных лучей, падающих на северное или южное полушария Земли.

Расположенный на астрономической площадке прибор, так называемый теллурий, как раз и предназначен для пояснения смены времен года.

Астрономическая площадка, обсерватория, выставка в фойе имеют огромное значение для воспитания людей в духе материалистического мировоззрения. Но главное — лекции в звездном зале. Причем это не просто лекции, а лекции-сеансы с широким использованием слож-

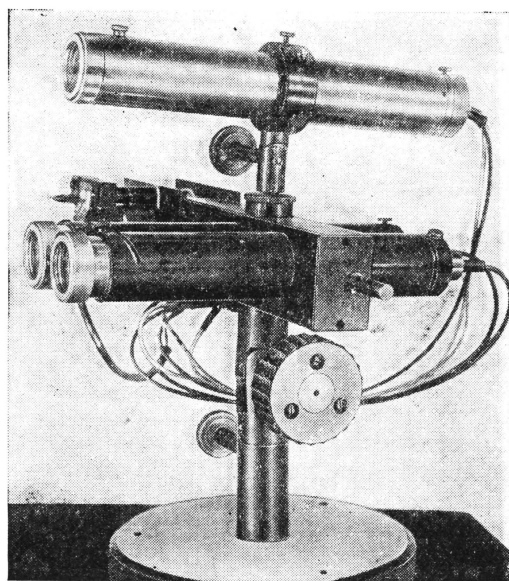
Казалось бы сейчас, в эпоху величайших открытий, в век проникновения человека в космос, не остается места для наиболее грубой формы идеализма — религии. Однако идеологическая борьба идеализма против материализма не прекращается и по сей день. Правда, теперь некоторые зарубежные ученые-идеалисты пытаются убедить людей в том, что никакого противоречия между наукой и религией нет. Вот пример. В 1960 г. в «Иельском научном журнале» профессор Джон Смит (он же консультант «Американской энциклопедии» по вопросам философии и религии) поместил статью «Исключают ли друг друга наука и религия?», в которой он «подтверждает необходимость связи между религиозными идеями и научным мировоззрением, основываясь на том, что это — неразрывные ингредиенты (составляющие. — К. П.) человеческой личности». Чтобы религиозные чувства не ослабевали, в буржуазных странах используются даже планетарии, оснащенные самой современной техникой. Так, в одном из рекламных проспектов американского планетария в г. Флинт, штат Мичиган, говорится: «Яркая звезда, которая вела волхвов на их пути в Вифлеем почти 2000 лет назад, больше не светит на небе. Но дух и величие события, которое она освещала, воскресает во всей своей славе под большим куполом Лонгуэйского планетария. Здесь в течение одного незабываемого часа вы сможете восстановить в памяти путь, проделанный волхвами. Вы подымете свои взоры к небу и увидите великую Вифлеемскую звезду. Вы переправитесь вместе с волхвами через реки Тигр и Евфрат, через горы Загрос, через пустыни Ирака и через Аравийскую пустыню и, наконец, вы достигнете того места, где родился Христос. Сделайте подарок своей семье в наступающие рождественские праздники — приходите на специальную постановку «Рождество и звезды».

Главная цель советских планетариев, как и планетариев стран народной демократии, — это пропаганда материалистического мировоззрения. Они стали подлинными центрами естественно-научной и научно-атеистической пропаганды и в своем большинстве успешно справляются с этими задачами. Так, лекторы Московского планетария за 1964 год прочитали 10 894 лекции, Ленинградского — 3200, из них 1100 на предприятиях Ленинграда и области. Два года назад в Волгоградском планетарии читалось всего 2300 лекций, из них 150—250 — для трудящихся сельской местности. За 9 месяцев 1964 г. прочитано свыше 3500 лекций, из них свыше 1000 для трудящихся промыш-



Астрономическая площадка Московского планетария

Аппарат «Солнечные и лунные затмения»



ленных предприятий и свыше 500 лекций в сельской местности.

Как и во всяком большом деле, в работе планетариев есть специфические трудности. В них мало, например, квалифицированных кадров, пригодных для широкой творческой работы. Число планетариев с каждым годом растет, а обучением лекторскому искусству никто не занимается. Не организована также специальная подготовка механиков и киномехаников.

В октябре 1964 г. Всесоюзное общество

«Знание» созвало совещание — семинар директоров планетариев. Главная задача совещания состояла в том, чтобы улучшить и упорядочить работу планетариев Советского Союза. Возникла необходимость и в дальнейшем расширять сеть планетариев с тем, чтобы они были в каждой области и даже районном центре.

Нет сомнения в том, что планетарии, которые приобрели большую популярность в народе, будут и дальше служить благородному делу: «Знание — в массы».

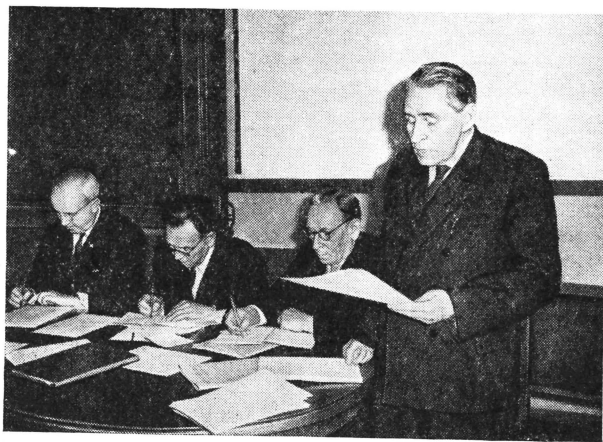
ОТДЕЛЕНИЯ ВСЕСОЮЗНОГО АСТРОНОМО- ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА ОБМЕНИВАЮТСЯ ОПЫТОМ

(XI пленум Центрального совета ВАГО)

Фото Л. И. Бабицкого

В конце декабря 1964 г. в Москву собрались для обмена опытом работы представители 42 отделений Всесоюзного астрономо-геодезического общества. Одно за другим были проведены три совещания, посвященные различным сторонам работы общества: совещание руководителей геодезических секций, расширенный XI пленум Центрального совета ВАГО и коллоквиум по любительскому телескопостроению.

Совещание геодезистов было посвящено важной и актуальной проблеме — задачам геодезических служб городов,строек и предприятий страны. Известно, что планировку городов, строительство разнообразных, подчас очень крупных сооружений (гидроэлектростанций, каналов, шлюзов, плотин, больших заводов и т. д.) ведут различные организации. Но для всякого строительства требуется прежде всего геодезическое обоснование. Точность закладки основных сооружений должна быть очень высокой, а предъявляемые требования — едиными для всех. Совещание выработало ряд важных рекомендаций для предприятий, ведущих подобные работы.



С отчетным докладом выступает первый вице-президент ВАГО С. Г. Судаков

Успешно прошел XI пленум Центрального совета ВАГО, обсудивший итоги работы общества в 1964 г. и задачи на 1965 г. Как отметил в своем докладе вице-президент общества



Президиум заседания XI пленума Центрального совета ВАГО

С. Г. Судаков, в 1964 г. работа общества заметно оживилась. Увеличилась и его численность: сейчас ВАГО объединяет около 3500 действительных членов и более 900 членов юношеских секций. Кроме того, в ВАГО входят на правах членов-коллективов более 90 астрономических и геодезических учреждений, пединститутов, дворцов культуры, школ и т. д.

Большим событием в жизни общества явилось начало издания журнала «Земля и Вселенная».

В отделениях общества успешно ведутся наблюдения метеоров и серебристых облаков по программе Международного года спокойного Солнца, наблюдения переменных звезд, планет, искусственных спутников Земли и другие исследования. Все шире разворачивается строительство народных обсерваторий, хотя оно еще не стало, к сожалению, массовым. Во многих крупных городах все еще нет ни народных обсерваторий, ни планетариев, и научно-популярная работа по астрономии не ведется. Задача общества, его руководящих органов и местных отделений — добиться решительного сдвига в этом вопросе.

Во многом поможет решению проблем, стоящих перед обществом, его IV съезд, который решено созвать в Риге в октябре 1965 г.

Все эти вопросы вызвали оживленное обсуждение.

С большим интересом были прослушаны научные доклады. Академик А. А. Михайлов рассказал о 125-летнем юбилее Пулковской обсерватории. Доцент П. Г. Куликовский поделился впечатлениями о происходившем в августе 1964 г. в Гамбурге XII съезде Междуна-

родного астрономического союза. Профессор А. А. Изотов сообщил об использовании искусственных спутников Земли для решения задач геодезии. Профессор П. П. Аргунов рассказал о разработанных им новых оптических системах телескопа-рефлектора с корректирующим элементом из двух линз в сходящемся пучке лучей (телескоп его системы был продемонстрирован на выставке в Московском планетарии — см. статью М. М. Шемякина в этом номере журнала).

Впервые в истории общества были присуждены и вручены поощрительные премии ВАГО за лучшие научно-любительские работы в области астрономии. Подробнее об этом рассказано в статье М. М. Дагаева «Первые лауреаты премий Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО)», помещенной в этом номере журнала.

На пленуме были рекомендованы кандидаты в почетные члены общества. Среди них: летчик-космонавт Г. С. Титов, научный сотрудник — космонавт кандидат технических наук К. П. Феоктистов (член редколлегии нашего журнала), академик АН УССР Н. П. Барабашов, доктор физико-математических наук профессор Р. В. Куницкий, замечательный популяризатор-общественник, ученый секретарь Ленинградского отделения ВАГО В. И. Прянишников. Избрание их состоится уже на IV съезде общества.

На пленуме присутствовало свыше 100 делегатов и гостей.

Выступает председатель Центральной ревизионной комиссии ВАГО К. Н. Шистовский



СОВЕЩАНИЕ СТРОИТЕЛЕЙ САМОДЕЛЬНЫХ ТЕЛЕСКОПОВ

М. М. ШЕМЯКИН,
*заведующий отделом
телескопостроения при ЦС ВАГО*

В конце декабря 1964 г. в одной из аудиторий Московского планетария собрались любители астрономии, чтобы принять участие в коллоквиуме по вопросам любительского телескопостроения, созданном Всесоюзным астрономо-геодезическим обществом. Многие из них приехали в Москву из других городов. В дни коллоквиума в планетарии была развернута выставка, на которой москвичи демонстрировали свои достижения «в натуре», а также был показан обширный фотоматериал, показывающий работу любителей-телескопостроителей не только Москвы, но и Ленинграда, Риги, Баку, Ростова-на-Дону, Златоуста, Симферополя, Одессы, Иваново.

С каждым годом растет число людей, которые хотят своими руками построить телескоп, сотни писем приходят в адрес Всесоюзного астрономо-геодезического общества с просьбой прислать литературу по этому вопросу, которая, кстати сказать, быстро исчезает с полок книжных магазинов вскоре после выхода ее в свет.

Разнообразна и увлекательна работа телескопостроителей. Занимаются этим делом разные люди: от заводского рабочего до профессора, от школьника до пенсионера.

Рабочий одного из московских заводов С. К. Савин несколько лет посвятил постройке телескопа-рефлектора с диаметром главного зеркала 220 мм. Как член ВАГО он все время пользовался консультацией и помощью отдела телескопостроения при Московском отделении общества. Используя заводской утиль, отходы производства, он сделал столь совершенный инструмент, что на базе его предполагается построить народную обсерваторию. У телескопа Савина первоклассная оптика; вогнутое параболическое зеркало изготовлено полностью самим любителем. Им же тщательно выполнена и механическая часть телескопа. Имеется электропривод для слежения за небесными объектами в их суточном движении.

Профессор, доктор технических наук П. П. Аргунов, живущий в Одессе, специально занимался изучением законов геометрической и физической оптики и в результате сложных математических расчетов создал новую систему телескопа со сферическим главным зеркалом и линзовым корректором аберрации. Профессор получил авторское свидетельство. Преимущества его системы телескопа — прекрасное качество изображения и небольшие размеры инструмента, так как его труба значительно короче, чем у обычного телескопа-рефлектора. Фотографии Луны, сделанные с помощью телескопа Аргунова, по своему качеству могли бы войти в хороший фотографический атлас Луны. Интересно отметить, что все механические детали телескопа чрезвычайно точно и аккуратно обработаны на универсальном токарно-сверлильно-фрезерном станке, который любитель астрономии сам сделал из старого токарного станка.

А. А. Михеев уже в течение ряда лет знакомит жителей Ростова-на-Дону с чудесами звездного неба. Он построил своеобразную народную обсерваторию на колесах: три телескопа, смонтированных на общей установке, поставлены на тележку. Сейчас А. А. Михеев строит здание народной обсерватории с вращающимся металлическим куполом диаметром более 4 м.

Давно строит телескопы любительскими средствами ленинградский инженер А. С. Фомин. Его телескоп-рефлектор с зеркалом диаметром в 325 мм, один из самых больших любительских телескопов в нашей стране, по оптическим качествам и безукоризненному выполнению механической части может поспорить с телескопами, сделанными на оптико-механических заводах.

Старейший из наших советских любителей-телескопостроителей, автор ряда книг по постройке самодельных телескопов, профессор М. С. Навагин и главный оптик оптико-механических мастерских при Пулковской обсервато-

рии В. Г. Шрейбер всегда активно помогают любителям не только Ленинграда, но и других городов.

Ряд астрономических инструментов построен любителями в Симферополе (руководитель В. В. Мартыненко).

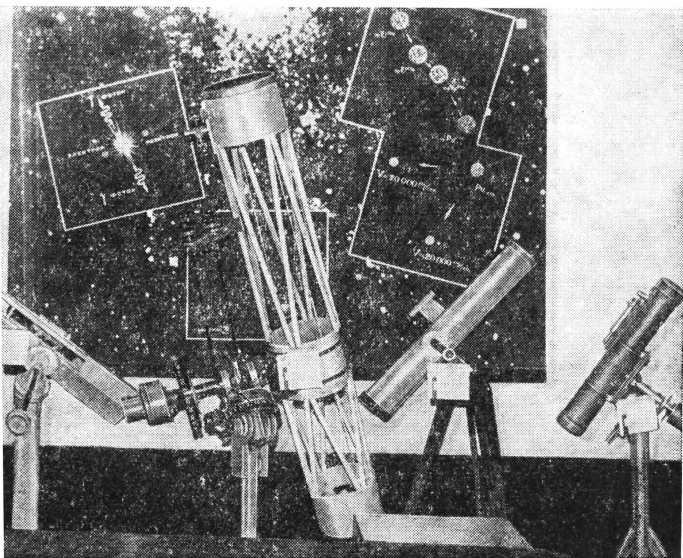
Группа молодых любителей астрономии, студентов и школьников Баку, руководимая энтузиастом любителем астрономии С. И. Сориным, построила солнечный телескоп, астрограф и другие астрономические инструменты. Любители систематически фотографируют Солнце и звездное небо.

Симферопольские и бакинские любители строят телескопы, пользуясь специальным механическим оборудованием. Такое же оборудование имеют и любители Новосибирска, где работой телескопостроителей, главным образом школьной молодежи, руководит С. С. Воинов. Ими построены телескоп-рефлектор с зеркалом диаметром 160 мм и астрограф.

В уральском городе Златоусте преподаватель математики Н. К. Андрианов заканчивает постройку уже второго телескопа. Он сконструировал и построил также деревянный павильон для телескопа — простейшую обсерваторию. Материалы систематических наблюдений планеты Юпитер, которые вел Андрианов с самодельным телескопом, как и ряд других научных работ, выполненных любителями, будут опубликованы в Бюллетене ВАГО.

В Риге недавно закончена продолжавшаяся четыре года постройка самого большого любительского телескопа-рефлектора с полуметровым зеркалом. Для шлифовки и полировки

Экспонаты выставки любительского телескопостроения
Фото А. Б. Полякова



Фотография лунной поверхности, полученная с любительским телескопом А. Фомина

Фото М. А. Озерского (АПН)

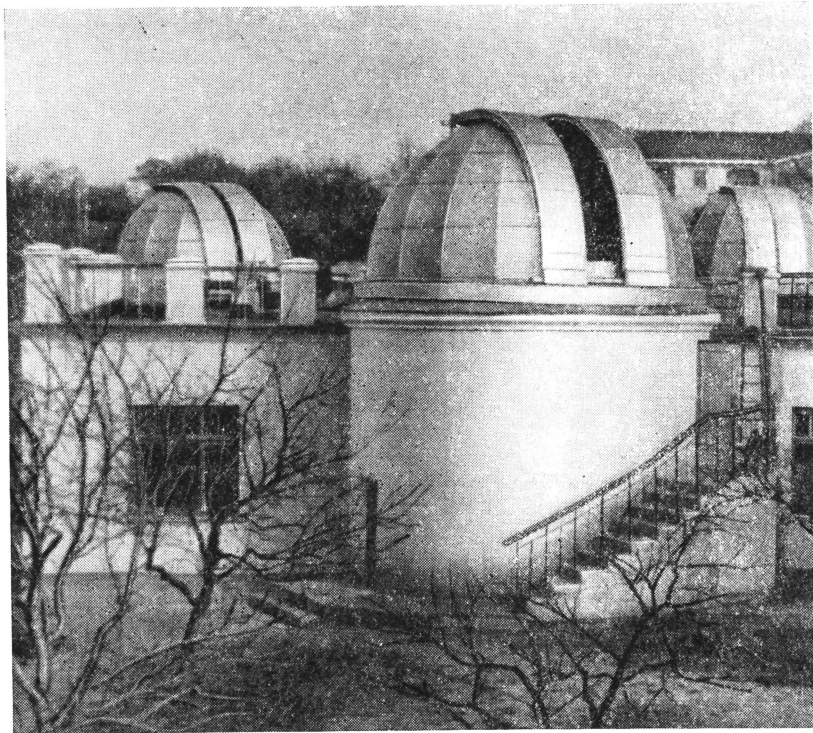
этого зеркала был построен специальный станок. На месте сборки телескопа оборудована слесарно-механическая мастерская. Телескопу присвоено имя известного астронома Ф. И. Блумбаха. Всеми работами руководил М. Л. Гайлис.

Телескопостроители Москвы, объединенные в отдел телескопостроения при Московском отделении ВАГО, построили за последние четыре года около двух десятков телескопов: А. Н. Подъяпольский и С. К. Савин — телескопы с зеркалами диаметром 220 мм, С. Д. Чувакин — три телескопа системы Ньютона (220, 115 и 100 мм) и телескоп системы Кассегрена (150 мм), Т. М. Горбунова, А. И. Иванов, М. С. Рябушкин, В. И. Беляев — телескопы диаметрами 100—120 мм. Преподаватель Б. К. Орлов собирает рефлектор с зеркалом поперечником 240 мм, а автор этой статьи — 300 мм. Сейчас отдел переносит свою работу в городской Дворец пионеров, где будут строиться телескопы для молодых наблюдателей — членов ВАГО и для народных обсерваторий.

Как показала практика, наиболее эффективна коллективная форма работы любителей, строящих телескопы. Но и отдельные любители-энтузиасты, строители самодельных телескопов, достигают больших успехов и знакомят множество людей с астрономией, активно участвуя в распространении научных знаний.

ПЕРВЫЕ ЛАУРЕАТЫ ПРЕМИЙ ВСЕСОЮЗНОГО АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

М. М. ДАГАЕВ,
*доцент,
первый ученый секретарь
ВАГО*



Крымская областная юношеская
астрономическая обсерватория

Одной из основных задач ВАГО является всемерное содействие развитию астрономии и геодезии в нашей стране. Ранее общество могло лишь морально поощрять работы своих членов и оказывать материальную поддержку своим отделениям. Но в 1964 г. появилась возможность материального поощрения работ членов ВАГО благодаря крупной сумме денег, завещанной скончавшимся в 1963 г. львовским любителем астрономии Е. Н. Кононенко.

Центральный совет ВАГО, исполняя волю Е. Н. Кононенко, создал из завещанных средств специальный фонд для поощрения лучших работ по астрономии, космической геодезии и телескопостроению, выполненных членами ВАГО вне плана своей служебной и научной деятельности. Центральным советом ВАГО

учреждено три премии, присуждаемые ежегодно: первая премия в размере 200 руб., вторая премия — 150 руб., третья премия — 100 руб. Рекомендации по присуждению премий выносит специальная экспертная комиссия, возглавляемая известным советским астрономом профессором Б. А. Воронцовым-Вельяминовым, а премии присуждаются пленумом Центрального совета ВАГО.

XI пленум Центрального совета ВАГО, состоявшийся в декабре 1964 г., назвал первых лауреатов премий общества. Первая премия присуждена Василию Васильевичу Мартыненко, председателю Симферопольского отделения ВАГО, инструктору Крымской областной станции юных техников.

В. В. Мартыненко создал в Симферополе

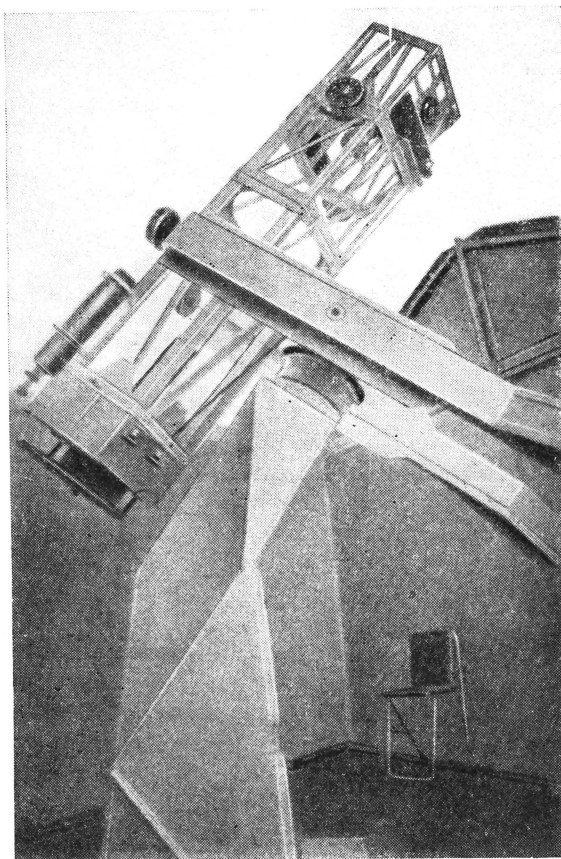
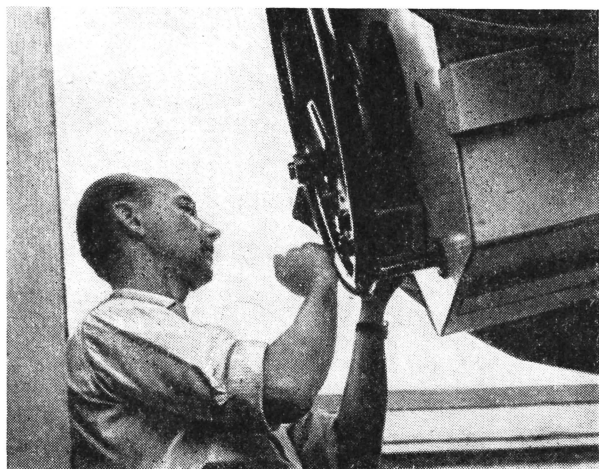


В. В. Мартыненко

юношескую группу любителей астрономии, ставшую коллективным членом юношеской секции Симферопольского отделения ВАГО, ныне преобразованного в Крымское областное отделение. Силами этого замечательного работоспособного молодого коллектива, при материальной поддержке со стороны Министерства просвещения УССР и Центрального совета ВАГО, построена хорошо оборудованная астрономическая

обсерватория, в полном смысле слова народная обсерватория, созданы метеорная станция имени Г. О. Затейщикова и наблюдательные базы в нескольких пунктах Крыма. На обсерватории, метеорной станции и наблюдательных базах В. В. Мартыненко организовал научную работу по наблюдениям метеоров в соответствии с программой МГГ (1957—1959 гг.) и МГСС (1964 г.), причем лично принимал самое активное участие в наблюдениях. В результате Симферопольское отделение, совместно с Крымской станцией юных техников, получило богатейший научный материал. Лишь за 1964 г. зарегистрировано 30 000 метеоров, 11 дрейфов метеорных следов и получено три прекрасных спектра метеоров. За весь этот комплекс работ и получение содержатель-

М. Л. Гайлис



Телескоп М. Л. Гайлиса

ных научных материалов В. В. Мартыненко и удостоен первой премии ВАГО за 1964 год.

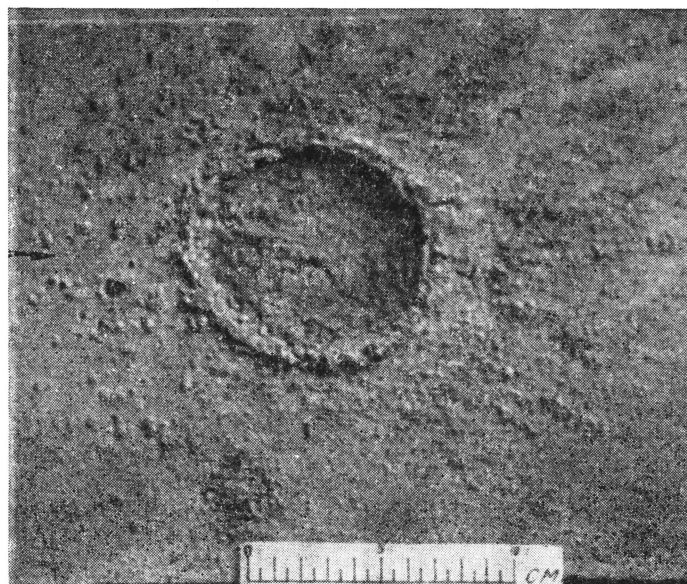
Вторая премия присуждена рижскому любителю телескопостроения, члену Латвийского отделения ВАГО Микелису Людвиговичу Гайлису за разработку и строительство 50-сантиметрового рефлектора, названного именем выдающегося латвийского ученого профессора Ф. И. Блумбаха.

До сих пор любители астрономии изготавливали телескопы-рефлекторы сравнительно небольших размеров, с зеркалом примерно от 8 до 25 см в диаметре.

Телескоп-рефлектор, построенный М. Л. Гайлисом, превосходит все известные любительские телескопы по своим размерам и дает хорошее качество изображения. Рефлектор М. Л. Гайлиса не уступает телескопам средней силы заводского изготовления и пригоден для серьезных научных исследований. Своей заслуженно премированной работой М. Л. Гайлис показал, что любителям астрономии вполне доступно изготовление средних телескопов,



Фотография
одной из моделей
лунного кратера
(по Сабанееву)



П. Ф. Сабанеев

которыми следует оборудовать народные обсерватории и обсерватории ВАГО. Достижение М. Л. Гайлиса безусловно послужит хорошим стимулом к развитию сети народных обсерваторий в Советском Союзе.

В развитии науки играют роль не только наблюдения и создание средств к этому, не только теоретические работы и обобщения, но и эксперименты. В частности, происхождение лунного рельефа до сих пор не нашло единой точки зрения среди ученых. Член Ростовского-на-Дону отделения ВАГО, инженер П. Ф. Сабанеев тоже давно интересуется этой важной проблемой. Но для приближения ее решения П. Ф. Сабанеев пошел по пути моделирования лунных кратеров. Вот уже на протяжении более 15 лет в небольшой, лично им оборудованной лаборатории, он проводит эксперименты по созданию миниатюрных моделей лунных кра-

теров в различных условиях падения образцов «метеоритов» на разные грунты. Им опубликована серия статей на эту тему в «Бюллетене ВАГО» в 1953—1964 гг.

За успешную работу по моделированию лунных кратеров Петру Федоровичу Сабанееву присуждена третья премия ВАГО за 1964 г.

Приветствуя первых лауреатов премий ВАГО, хочется не только пожелать им дальнейших успехов в развитии советской астрономии, но надеяться на их помощь в организации плодотворных коллективных научных исследований и строительства средних телескопов, а также выразить уверенность в том, что отмеченные премиями работы послужат хорошим примером для всех любителей астрономии, геодезии и телескопостроения в благородной задаче развития науки и ее широкой пропаганды в Советском Союзе.



ВОДА В ОБЛАКАХ ВЕНЕРЫ

Группа американских ученых с помощью баллон-телескопа получила спектр солнечного света, отраженного от облаков Венеры. Исследователи пришли к заключению, что отражающий облачный слой Венеры состоит из частиц замерзшей воды.



(К стр 66)

Это могло быть на полярных кругах. Для северного полярного круга эклиптика совпадает с горизонтом каждые сутки в 18 часов звездного времени. Значит, в одно и то же время Солнце здесь в течение полугодия с 22 июня по 22 декабря ежедневно восходит, а с 22 декабря по 22 июня ежедневно заходит в 18 часов звездного времени.



В каком незодиакальном созвездии бывает Солнце?

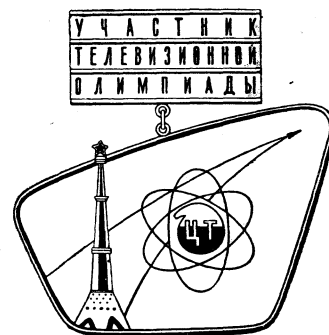
(Ответ на стр. 96)



Какой серп Луны — обращенный выпуклостью влево или право — можно видеть чаще? Почему?

(Ответ на стр. 96)

«ЗАГАДКИ ВСЕЛЕННОЙ»



Г. И. САЛОВА

Для самых многочисленных и увлеченных любителей астрономии — для школьников в конце 1964 г. была организована I Всесоюзная телевизионная астрономическая олимпиада «Загадки Вселенной». Инициатором и организатором ее была редакция передач для детей и юношества Центрального телевидения. Авторы передачи Л. С. Бернштейн и С. П. Шенбрунн подали материал олимпиады в интересной и живой форме. Это был не простой перечень вопросов и задач, а довольно большая, со вкусом составленная программа, затронувшая много интересных астрономических вопросов. В передачах использовались отрывки из научно-популярных кинофильмов, совершались экскурсии в планетарий, в юношескую обсерваторию в Симферополе и, наконец, в Пулковскую обсерваторию.

В жюри олимпиады вошли доктор физико-математических наук профессор Б. А. Воронцов-Вельяминов, кандидаты наук В. А. Бронштэн, М. М. Дагаев, научные сотрудники К. А. Порцевский, Е. П. Левитан, В. А. Руфова. К составлению вопросов были привлечены, кроме того, кандидат физико-математических наук Н. П. Ерпылев, научные сотрудники Пулковской обсерватории профессор Н. Н. Павлов, И. А. Прокофьева, а также юные члены Крымского общества любителей астрономии. Почти все авторы вопросов приняли участие в передачах.

Состоялись два тура олимпиады. Первый тур (заочный) проведен 30 ноября. Его участники должны были в течение двух дней ответить на 17 вопросов, заданных во время передачи (длительшейся около часа). Все ответы, присланные в Москву, были рассмотрены специальной группой. Участники, набравшие достаточное количество очков, были допущены жюри ко второму туру. Тысячи школьников во многих городах видели его по телевидению.

Вели передачу кандидат физико-математических наук В. А. Бронштэн и сотрудница Московского планетария В. А. Руфова.

В первом туре участвовало около 1700 школьников. Любопытно «географическое распределение» участников. Много писем пришло из самых крупных городов — Москвы и Ленинграда. Однако численность населения не всегда соответствует активности школьников. Из Минска и Харькова, например, писем немного и ответы в среднем довольно слабые, а из не столь крупных городов, таких, как Ярославль, Симферополь и некоторые другие, писем много и большая часть их заслуживает высоких оценок.

Разгадку этого дают сами школьники. «Я занимаюсь в кружке Ярославского планетария, в группе по переменным звездам», — пишет Рита Лебедева, приславшая хорошую работу. «Член Крымского общества любителей астрономии, член юношеской секции Симферопольского отделения ВАГО», — подписываются многие симферопольцы. И эти письма действительно гораздо интереснее, чувствуется, что у их авторов глубокие знания, начитанность, умение наблюдать. Качество ответов можно охарактеризовать средним баллом, полученным участниками олимпиады данного города (области). Оказалось, что в среднем школьники Ярославля получили по 50 очков (самая высокая из средних оценок), Ростова-на-Дону — по 44, в то время как средняя работа школьника Ленинграда — 42, Горького — 38, Киева — 35, Украины (без Киева) — 32 очка. По-видимому, это говорит о качестве работы астрономических кружков и отделений ВАГО в этих городах.

Даже письма самых младших участников олимпиады (школьников V—VI классов), занимающихся в кружках, могли быть оценены достаточно высоко, без скидок на возраст, а

для многих десяти- и одиннадцатиклассников, изучающих астрономию в школе, задачи оказались сложными.

Среди старших участников олимпиады (VIII—XI классы) лучшие письма принадлежат учащимся IX—X классов, которые еще не изучают астрономии в школе. Вообще, наиболее слабые ответы прислали те, кто только начал интересоваться астрономией или изучать ее. Содержание ответов определялось прежде всего «астрономическим стажем» школьника — тем, сколько времени и как (в кружке или нет) он занимается астрономией, а потом уже его возрастом и классом.

Очень хорошую работу, например, прислала Нина Загоняйко (поселок Глубокое, Ростовской области). И это неудивительно. Вот что она пишет: «Я учусь в XI классе. Увлекаюсь астрономией начала еще с VII класса. Я прочла все книги о Вселенной, какие только имеются в наших библиотеках. Не думайте, что их много...»

На это жалуются многие. Сейчас выходит много популярных книг по астрономии и для начинающих любителей и для подготовленных. Но, по-видимому, любители, занимающиеся вне кружков, плохо осведомлены о выходе таких книг, не знают, как их заказать и выписать. Еще существенней, пожалуй, то, что школьники-любители, как правило, не имеют хороших телескопов и поэтому лишены самого существенного в любительской астрономии — возможности производить наблюдения.

Как же ответили участники олимпиады на предложенные вопросы? К сожалению, в целом довольно слабо. Максимальная возможная сумма очков первого тура — 90. Самые лучшие работы были оценены в 76 (В. Войтович из Калинин, В. Косачевский из Гомеля) и 75 (Г. Иванов из Казани) очков. Но таких работ было очень мало. Менее четверти школьников набрало свыше 50 очков, т. е. 3 очка за задачу из 5 возможных. Московские школьники ответили на вопросы первого тура гораздо хуже иногородних. Более 50 баллов получила не четверть, а всего десятая часть участников-москвичей. Приятное исключение и здесь составили члены юношеской секции Московского отделения ВАГО и кружков при Московском планетарии и Дворце пионеров, получившие высокие оценки как в первом, так и во втором турах.

Жюри олимпиады допустило к участию во втором очном туре довольно большое число участников (около 45%), набравших более чем по 40 очков. Было ясно, что для значительной части участников задачи второго тура будут сложны. Но все же столь низкий проходной

балл помог поощрить многих начинающих любителей. Особенно приятно, что в этой группе оказалось около 100 человек — учащихся V—VII классов.

11 декабря проведена вторая телепередача, в которой были даны ответы на все вопросы олимпиады и приведены некоторые характерные ошибки участников.

Подробный разбор задач и анализ некоторых типичных ошибок в ответах мы дадим в одном из следующих номеров журнала.

Все участники олимпиады, допущенные ко второму туру, были приглашены в ближайшие телестудии страны, где они 20 декабря смотрели передачу, а после ее окончания в течение 2,5 часов писали ответы на заданные в передаче вопросы. Областные и республиканские телестудии отправили ответы в Московский телецентр.

Задачи этого тура можно разбить на две группы: задачи, требующие знания некоторых формул и умения вычислять, и теоретические вопросы, требующие знаний и смекалки.

В ходе передачи второго тура (которая велась не только из Московской телестудии, но и из Московского планетария, из Крымской областной юношеской обсерватории в Симферополе и из знаменитой Пулковской обсерватории) было предложено 14 вопросов. Правда, ввиду очень плохой видимости глобуса Луны (передача велась из планетария) жюри решило не оценивать связанного с ним вопроса. Но и оставшихся 13 задач было очень много на 2,5 часа. На это жаловались школьники. Возможно, в этом скрыта одна из причин низкого уровня ответов. Все задачи считались равноценными. Полный правильный ответ давал участнику 4 очка, и только за очень интересный, оригинальный ответ присуждали 5 очков.

Что же можно сказать об итогах второго тура? В среднем уровень работ довольно слабый. Возможно, участники были плохо подготовлены, так как очень большое число школьников было допущено по второму туру с целью их поощрения. Что же касается лучших работ, то они содержат действительно очень интересные, полные и содержательные ответы. Во втором туре неожиданно очень хорошо выступили москвичи. Вероятно, это можно объяснить тем обстоятельством, что во второй тур из Москвы прошли только сильные любители. В основном это члены астрономических кружков Дворца пионеров и Московского планетария. По-прежнему хорошо выступили ярославцы и ленинградцы, но их было гораздо меньше, чем москвичей.

Итак, олимпиада закончилась. Жюри отобрало 39 лучших работ, авторы которых были

награждены и приняли участие в физико-астрономическом празднике в Московском телевизионном театре 10 января 1965 г.

Лучшие работы представили следующие школьники из Москвы и Московской области: Пузырев Виктор (50 очков), Старобинский Алексей (47 очков), Санько Николай (45 очков), Аронов Алексей (44), Бочкарев Николай (44), Кононов Юрий (42), Митин Владимир



Группа победителей олимпиады

Фото К. Иванова

(41), Цветкова Луиза (37) и др.; из Тульской области Баранов Лев (35); из Ярославля: Ставчук Виктор (40), Росляков Владимир (33); из Ленинграда: Недоносков Вячеслав (38), Земцов Александр (33), а также Земляков Александр (36) из Калужской области, Герасимова Наталья (34) из Запорожья, Кравченко Валерий из Черновцов и др.

Проведенная олимпиада — это единственный вид соревнований, в котором младший школьник мог выступить наравне со старшеклассником. Так, среди победителей — семиклассник В. Митин.

Многие школьники в своих письмах высказывали замечания и пожелания в связи с проведением олимпиады. Общее мнение нескольких сот участников — олимпиада была очень интересной и полезной; такие олимпиады необ-

ходимо проводить регулярно. В будущем нужно давать поменьше вопросов, чтобы можно было подумать, полнее и интереснее ответить. Виктор Черняк (Балашиха, Московской области) очень хорошо выразил коллективное пожелание: «Полезность подобных олимпиад, конечно, трудно переоценить. Но хотелось бы, чтобы задавались вопросы не справочного характера, а требующие творческого к ним подхода; хорошо было бы, если бы задавались простые с виду вопросы, требующие глубокого понимания явления. (В частности, побольше задач, связанных с астрофизикой.) В основном же олимпиада была организована хорошо».

Приходится признать справедливым упрек по поводу содержания задач. Значительная часть из них действительно носит справочный характер, не требует сообразительности. Пять-шесть страдают нечеткостью, некорректностью постановки, а кое-какие просто неинтересны школьникам. В качестве примера можно привести вопросы по терминологии (что такое метеоры, метеорные потоки и рон), точное решение которых неясно пока даже специалистам; о фазе Луны, которые (как указали сами школьники, а не их автор) имели два решения; о спутнике Луны и т. п. И действительно, очень мало было задач, заставляющих думать, разбираться в явлении. Чрезвычайно мало вопросов для любителей-наблюдателей. Отчасти подбор задач был ближе к контрольной работе по курсу астрономии в школе, чем к олимпиадным, которые, естественно, должны выходить за рамки программы и в силу специфичности самой науки больше включать наблюдательных задач.

Организована олимпиада была хорошо и действительно прошла очень интересно, несмотря на перечисленные недостатки. Самое главное, что почти 2000 школьников приняли в ней участие.

Если в дальнейшем олимпиады подобного типа будут проводиться в конце учебного года, то количество участников значительно возрастет за счет учащихся, заканчивающих изучение курса школьной астрономии.

Мы надеемся, что Центральное телевидение продолжит свою важную и нужную работу и будут проведены еще II и III Всесоюзные олимпиады, а задачи в них будут интереснее и содержательнее.



Местоположение каких географических пунктов можно опре-

делить только по одной их широте (т. е. без долготы)?

(Ответ на стр 96)

ВЕСНА

В. Г. ШИШКОВ,
кандидат географических наук

Пожалуй, ни один сезон года не ждут с таким нетерпением, как весну, когда Солнце щедро дарит Земле свои теплые лучи и в природе все оживает. Солнце все выше поднимается над горизонтом, день становится продолжительнее (22 декабря в Москве продолжительность дня 7 часов, а 1 марта — 10 часов 38 минут). В результате Земля получает тепла все больше и больше. В январе суммарная солнечная радиация за полярным кругом близка к нулю и лишь на широте $50-55^\circ$ приходится примерно 2 ккал на 1 см^2 , в марте на крайнем севере уже 4, а на крайнем юге 10 ккал на 1 см^2 , в мае даже на крайнем севере 12—14 ккал на 1 см^2 .

Астрономическая весна начинается со дня весеннего равноденствия — 22 марта и заканчивается в день летнего солнцестояния — 22 июня.

Календарная весна длится три месяца: март, апрель, май.

Март на большей части СССР в основном еще зимний месяц. На земле сугробы и лишь небо весеннее. В народе говорят: зима переломилась пополам. По-настоящему весна в марте проявляет себя лишь в южных районах страны. Но в некоторые годы и в этом месяце почти вся Европейская часть страны охватывается бурными весенними процессами: тает снег, вскрываются реки, прилетают из южных стран птицы, как это было, например, в 1913, 1920, 1921, 1961 гг. В 1913 г. устойчивая теплая погода началась почти в самом начале марта, а в конце месяца снег сошел на большей части Европейской территории страны. Рано начались грозы: в северо-западных и западных районах 20—22 марта, в центральных — 19—25 марта. Реки на западе вскрылись недели на две раньше обычного, а Волга с притоками — на три, четыре недели.

Но бывают годы, когда в марте продолжает свирепствовать зима. Так, март в 1917 г. характеризовался резкими и продолжительными холодами в северной половине Европейской территории страны и длительными метелями в южной. Морозы в районе Печоры достигали 40° , а на большей части Европейской территории было до -30° .

Холодным март был также в 1898, 1928, 1929, 1952, 1963 гг.

Апрель более теплый месяц, но погода в нем преобладает неустойчивая. Как говорят, солнце, снег и дождь попеременно.

В апреле обычно завершается снеготаяние, трогаются вешние воды и идет лед на реках, прилетают птицы, появляются насекомые, на высоких деревьях хлопочут у гнезд грачи, на полянах пробиваются первые усики зеленой травы.

Апрели бывают и холодные, и нормальные, и теплые. Многолетняя средняя месячная температура воздуха в апреле в Ленинграде $+3$, Москве $+4$, в Киеве $+7$, в Одессе $+8$, в Астрахани $+9$, в Тбилиси $+12$, но в Иркутске -1 , в Якутске -7 , в Туруханске -10 , в Верхоянске -13 , в Оймяконе -15° .

Холодный апрель был в 1893, 1896, 1902, 1909, 1923, 1929 и 1942 гг. Так, в 1893 г. апрель был не только холодный, но и бурный и вообще необычный. Температура резко менялась, то значительно повышаясь (местами на востоке Европейской территории страны до $+19^\circ$, в центральных районах до $+14^\circ$), то понижаясь (на севере временами до -24° , на юге до -8°). Частые снегопады (особенно в северной половине территории), метели и даже бураны сменялись ясной солнечной погодой.

В 1920 г., наоборот, апрель был самым теп-

лым за предшествующие 50 лет. Временами на Печоре температура в тени была столь же высока, как и в Пензе (22°).

Очень теплый апрель наблюдался также в 1921, 1950, 1951 гг.

Май — самый теплый весенний месяц. В мае оживает природа на большей части Советского Союза.

От марта к маю температура значительно возрастает. Многолетняя средняя месячная температура воздуха в Москве в марте составляет $+4,9$, в апреле $+4$, в мае $+11,7^{\circ}$.

Многолетние средние месячные температуры в мае: в Ленинграде $+10$, в Одессе $+15$, в Астрахани $+18$, в Иркутске $+8$, в Якутске $+6$, в Верхоянске $+2^{\circ}$.

В мае начинают проявлять себя грозные силы природы — ливни, грозы, град, шквалы, засуха. 9 мая в 1932 г. над Одессой и окрестностями прошел град, сила которого была так велика, что он ломал ветки толщиной в два пальца, пробивал железные крыши и разрушал черепицу. Градины достигали размера от голубиногo яйца в одних местах до стакана и даже блюдца в других. Самая большая градина весила 600 г. Град продолжался 10—15 минут.

28 мая 1937 г. над Москвой пронесся исключительной силы шквал, причинивший городу и окрестностям значительные разрушения. Ураган сопровождался грозой, ливнем и градом.

Какие же причины обуславливают ту или иную весеннюю погоду? Относительно холодная погода весной вызывается циклонами, т. е. областями низкого давления воздуха, в западной части которых формируются устойчивые вторжения холодных масс воздуха с севера. Циклоны представляют собой громадные вихри. Циркуляция воздуха в них идет против

часовой стрелки. Воздух втекает в циклон и создаются условия для возникновения восходящих движений воздуха, что способствует образованию мощной облачности и выпадению осадков. Значительный облачный покров в циклонах препятствует прогреванию приземного воздуха.

Теплая погода создается областями высокого давления — антициклонами, если они перемещаются с запада или формируются на месте. В них циркуляция воздуха происходит по часовой стрелке, так что в восточной их части наблюдаются северные ветры, а в западной — южные. У земной поверхности в антициклоне воздушные массы растекаются в стороны от его центра, вследствие чего в верхних слоях атмосферы над антициклоном возникают нисходящие движения воздуха, которые создают дефицит влаги, размывание облачности и прояснения (вследствие нагревания воздуха при опускании). Из-за этого воздушные массы в антициклонах сильно прогреваются.

Повторяемость синоптических процессов (с циклонами и антициклонами) очень сложная. Исследованиями установлены лишь некоторые закономерности, например, трех- и пятимесячная ритмичность, некоторые статистические связи крупных погодных явлений на пространстве северного полушария. Для долгосрочного прогноза погоды большое значение имеют аналогии.

В нынешнем году начало зимы (декабрь) характеризовалось на Европейской территории Советского Союза теплой погодой. Не были суровыми и другие зимние месяцы. В таких случаях и весна большей частью не бывает холодной и затяжной. Так что весна в этом году, вероятно, будет нормальной, а, может быть, и теплой.



КАК РАСТУТ СНЕЖИНКИ В ГРОВОХ ОБЛАКАХ

Известно, что при росте частицы льда в облаке она приобретает электрический заряд.

— А не ускорит ли внешнее электрическое поле процесс конденсации? — заинтересовались

английские ученые Лэфем и Сандерс. Для ответа на этот вопрос был поставлен эксперимент. Шарики льда определенного диаметра опускались в восходящую струю воздуха, содержащую взвешенные капельки воды. Это искусственное «облако» засеивалось сухим льдом (один из способов искусственной конденсации переохлажденных облаков). В некоторых опытах в приборе создавали направленное вдоль потока электрическое поле, напряженность которого менялась от нуля до 4000 в/см.

Через определенное время исследователи растапливали лед и измеряли диаметр образовавшихся водяных капель. Оказалось, что увеличение диаметра капелек наблюдается, начиная с напряженности 800 в/см, и что оно приблизительно пропорционально разности между создаваемым электрическим полем и его критическим значением (800 в/см). Дополнительный лед, вытягиваясь вдоль силовых линий электрического поля, принимал форму кристаллов длиной до 1 мм.

ВИХРЬ КАТАЛИНЫ

И. М. КРАВЧЕНКО

В метеорологических исследованиях наших дней широко используется современная техника, включающая спутники, ракеты и высотные самолеты. Это позволяет непосредственно наблюдать многие интересные явления в атмосфере. Здесь воспроизведены снимки,

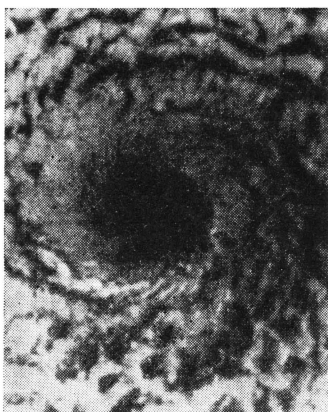


Рис. 1

помещенные в журнале «Journal of Naval Research». Снимок на рис. 1 сделан с высоты 22 км с американского самолета, совершавшего исследовательский полет в целях изучения инфракрасной радиации облаков. На рис. 2 и 3 изображен второй случай того же явления, наблюдавшегося пилотами с несколько меньшей высоты. Фотографии представляют вид облачного поля над морем у берегов Южной Калифорнии вблизи острова Санта-Каталина.

Наблюдаемое явление, получившее у метеорологов название «вихря Каталины», возникает в воздушном течении, направленном

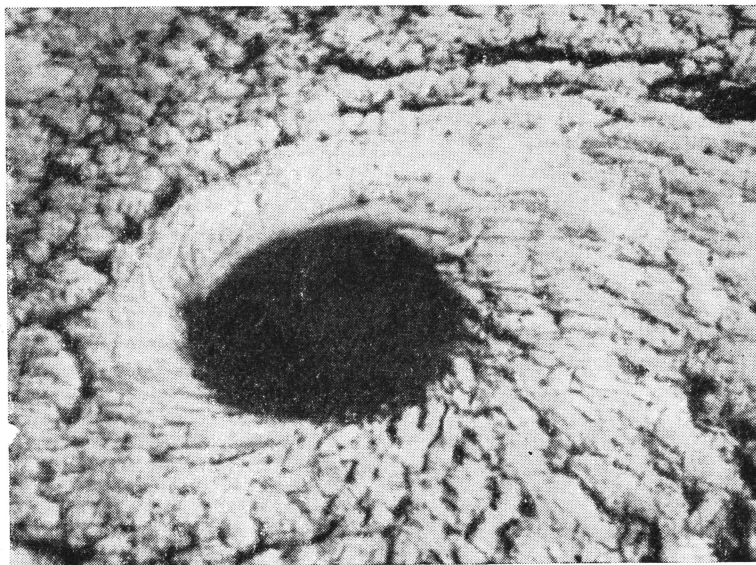


Рис. 2

вдоль цепи прибрежных гор в том месте, где береговая линия резко изменяет направление к востоку. Завихрение, своеобразный «ураган в миниатюре», становится видимым благодаря изменениям облачного слоя, запечатленным на снимках. Просвет в слое облаков образован в резуль-

тате нисходящего движения воздуха, направленного по закручивающейся спирали. За образованием, перемещением и распадом вихря Каталины внимательно следят метеорологи, так как он тесно связан с возникновением морского тумана и слоистой облачности.

Рис. 3





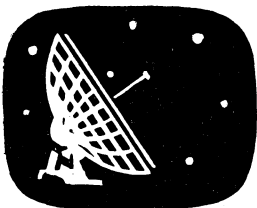
ИСКУССТВЕННАЯ ГРОЗА

Уже сделаны первые практические шаги по искусственному изменению погоды: «засев» облаков йодистым серебром и другими реагентами для вызывания осадков, запуск метеорологических ракет, разрушающих очаги образования града, пагубного для сельскохозяйственных культур. Недавно начаты опыты по возбуждению искусственных гроз. Группа сотрудников Клермонского университета (Франция), возглавляемая профессором А. Дессеном, построила «метеоротрон» — специальное устройство, предназна-

ченное для вызывания конвекции в атмосфере, развитие которой приводит к образованию искусственных облаков, осадков, грозы и даже смерчей. Известно, что причиной подобных явлений могут быть сильные пожары, воздушные бомбардировки городов во время войны или атомные взрывы. Однако и незначительное количество тепловой энергии (по сравнению с энергией естественных процессов), введенной в неустойчиво стратифицированную атмосферу, может послужить спусковым механизмом для процесса освобождения энергии, ранее накопленной под воздействием Солнца.

Метеоротрон установлен в Центральных Пиренеях на одном из плоскогорий на высоте 700 м. Около сотни горелок расположены по периметру правильного шестиугольника. Два мощных насоса ежеминутно подают к горелкам под давлением в 60 атм одну тонну нефти.

Работа метеоротрона может вызвать ряд интересных явлений. Через несколько минут после включения метеоротрона появляются мощные кучевые облака. Были случаи, когда из таких облаков выпадали ливневые дожди. Мощный восходящий конвективный поток воздуха приходит во вращение и дает начало интенсивному смерчу. Высота вращающегося столба достигает 200 м, его диаметр 10—40 м. Внутренняя часть столба светится, причем интенсивность свечения меняется с течением времени. В моменты, когда над работающим метеоротроном проходили грозовые облака, в столбе наблюдались молниевые разряды, направленные от столба к облаку. После выключения метеоротрона быстро поднимается белое спиралевидное облачко. По мнению Н. Дессена, применение «сверхметеоротронов» в определенных районах может существенно увеличить количество осадков.



РЕКОНСТРУКЦИЯ КРУПНЕЙШЕГО В МИРЕ ТЕЛЕСКОПА

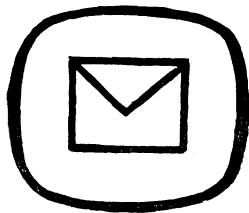
Доктор И. С. Боуэн, бывший директор Маунт Вилсон и Паломарской обсерватории (США), выступая на конференции Американского астрономического общества, сообщил о работах по усовершенствованию крупнейшего в мире оптического 200-дюймового телескопа, установленного на горе Паломар в Калифорнии. Фокусное расстояние, составляющее до

сих пор 600 дюймов, будет увеличено до 1800 дюймов путем установки новых линз. После реконструкции с помощью этого прибора можно будет фотографировать объекты 24-й звездной величины, т. е. в 2,5 раза менее яркие, чем те, что фотографировались до сих пор.

В США имеется девять телескопов с зеркалом размером более 50 дюймов, что, по мнению доктора Боуэна, совершенно недостаточно для возросшего числа профессиональных астрономов. Учитывая, что на проектирование и постройку крупного инструмента уходит обычно от 5 до 20 лет, а также, что успехи космических исследований привлекают в астрономию все больше молодежи, он считает, что ситуация в этой области в США в ближайшие годы еще более ухудшится.

НЕЙТРИНО В ЛОВУШКЕ

Метод обнаружения нейтрино, излучаемых Солнцем, предложен доктором Р. Дейвисом-младшим (США) в статье, опубликованной в журнале «Physical Review Letters». Ловушкой для нейтрино должен служить бассейн, содержащий около 400 000 л чистого перхлорэтилена и помещенный в шахте на глубине 1500 м. Автор считает, что, хотя нейтрино не имеет электрического заряда и обнаружимой массы и может проникать сквозь слой свинца толщиной до 150 триллионов км, в бассейне-ловушке будет происходить от 4 до 11 взаимодействий нейтрино в сутки. При их реакции с хлором образуется радиоактивный аргон-37, количество которого легко поддается учету. Эксперимент с двумя бассейнами подтвердил возможность таких измерений.



ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

ПРОЕКТ ВСЕМИРНОГО КАЛЕНДАРЯ НЕБЕЗУПРЕЧЕН

В. М. РУСАНОВ,
*капитан дальнего плавания,
член Одесского отделения ВАГО*

О недостатках современного, принятого ныне в большинстве стран мира календаря написано много. Обычно отмечается различная продолжительность месяцев, их беспорядочное чередование, разная продолжительность кварталов, независимость недель от длины месяца, различное число рабочих дней в месяцах одного и того же года и т. д. Все это вызывает ряд осложнений и неудобств как в деятельности государственных учреждений, так и в быту.

Вот почему на протяжении нескольких десятилетий обсуждается вопрос о реформе календаря, о создании нового, «всемирного» календаря.

Этот вопрос рассматривался, например, в 1922 г. на I съезде Международного астрономического союза (МАС), который выдвинул, в частности, три основных требования к новому календарю: равенство месяцев и кварталов и совпадение дней недели с одними и теми же числами.

В 1937 г. на заседании Совета Лиги наций обсуждался проект всемирного календаря. Проект предусматривал деловой цикл года в 364 дня. Один добавочный день вставляется в конце года. В високосные годы второй добавочный день следует за датой 30 июня. В году 12 месяцев, из них 8 — по 30 дней и 4 — по 31 дню. Квартал начинается месяцем с 31 днем. В каждом квартале 91 день. Первый день квартала — воскресенье, на воскресенье приходится и первое число каждого года. Неделя семидневная. Число рабочих дней в каждом месяце по 26; выходных в каждом квартале 13, причем в первом месяце 5, а в двух других по 4 дня.

В пятидесятых годах этот проект обсуждался на сессиях Экономического и Социального советов в ООН, но по различным причинам (религиозные мотивы, ссы-

лки на несвоевременность введения и т. д.) не был принят.

Однако и этот проект всемирного календаря имеет существенные недостатки. Так, начало года не привязано к одной из естественных точек (к точке весеннего равноденствия или летнего солнцестояния, осеннего равноденствия или зимнего солнцестояния) и не совпадает с началом какого-либо времени года. Месяцы не равны, принадлежащие одному сезону разорваны между кварталами, полугодиями и годами. Сохранена астролого-религиозная семидневная неделя, весьма неудобная для различных математических расчетов и согласования ее с другими периодами времени. Продолжительность недели в 7 дней в эпоху все ускоряющегося темпа жизни ощущается как долгая, тяжелая. К тому же неделя разорвана между месяцами и в восьми случаях из двенадцати ее начало приходится на один месяц, а конец — на другой. Первым днем недели сделано воскресенье (день отдыха) вместо понедельника — первого рабочего дня (отдых предшествует труду).

Число дней в деловом году 364 делится только на 2, 4, 7, 13, 14, 26, 28, 52, 91 и 182, но не делится на основные части года — на 3, 6, 12.

По названиям месяцев нельзя судить, каков его порядковый номер в году или в квартале, зато они увековечивают имена римских императоров и богов. Например, месяц июль назван в честь Юлия Цезаря, август — его преемника Августа, март — бога войны Марса, май — богини весеннего расцвета Майи, а июнь назван по имени богини плодородия Юноны.

Между тем еще в древности в основе названий месяцев был положен определенный принцип: они обозначались порядковыми номерами. От него сохранились

названия пяти месяцев: сентябрь — седьмой, октябрь — восьмой, ноябрь — девятый и декабрь — десятый. Однако эти названия уже давно не совпадают с порядковыми номерами месяцев в году.

В проекте календаря указывается, что в нем полностью осуществлен девиз: Гармония, Порядок, Равенство, Устойчивость. Но это не так. В полной мере осуществлена лишь устойчивость. Что касается гармонии, порядка и равенства, то мы на многих примерах показали, что они до конца не выдержаны.

Не удовлетворяет проект и двум основным требованиям из трех, которые предъявлены к новому календарю съездом МАС, а именно: месяцы не равны, а дни недели не совпадают с одними и теми же числами. Выполнено только одно — равенство кварталов.

Таким образом, проект всемирного календаря является улучшенным вариантом григорианского кален-

даря, но не является предельно совершенным. С экономической точки зрения его можно считать более выгодным, но далеко не оптимальным. С исторической же точки зрения — это, возможно, даже шаг назад, если, например, сравнить его с александрийским календарем (I век до нашей эры), имевшем в году 360 дней плюс 5(6) дополнительных, 12 месяцев по 30 дней с делением месяца на 3 декады (десятидневки).

На наш взгляд, следовало бы воздержаться от принятия проекта, который содержит ряд несовершенств в структурном построении, подвержен старению и не является предельно выгодным. Если бы этот проект был усовершенствован путем уравнивания месяцев, согласования дней недели с постоянными числами всех месяцев и т. д., то тогда он, по-видимому, встретил бы меньше возражений.



УМЕНЬШЕНИЕ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ

Сопоставление всемирного времени, получаемого из астрономических наблюдений, и так называемого атомного времени, воспроизводимого атомными и молекулярными генераторами частоты, позволяет изучать неравномерности вращения Земли. Научный сотрудник Всесоюзного института физико-технических и радиотехнических измерений Д. Ю. Белоцерковский исследовал изменения скорости вращения Земли в 1963 г. Выяснилось, что наряду с короткопериодическими колебаниями скорость вращения Земли систематически уменьшается. Конечно, это происходит очень медленно: каждые сутки в среднем лишь на четыре миллионных доли секунды длиннее предыдущих. Но все же за 8 месяцев 1963 г. сутки увеличились почти на одну тысячную долю секунды.

Наиболее вероятная причина этого явления — приливное трение, иначе говоря, трение волны океанского прилива при ее перемещении по земному шару.

С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРА

Доктора Дж. Флокко и Л. Д. Смит из Массачусетского технологического института (США) сообщили в журнале «Sky and Telescope» об открытии двух поясов, состоящих из частиц, взвешенных в атмосфере, которые окружают Землю. Один из поясов, находящийся на высоте около 80 км, по-видимому, связан с явлением серебристых облаков. Другой, высота которого превышает 115 км, как полагают, представляет собой ту область, где распадаются метеориты. Наблюдения производились с помощью лазера, посылавшего через трехдюймовый телескоп мощный пучок света, продолжительностью 50 миллиардных секунды. Отраженный свет затем принимался двенадцатидюймовым телескопом, который и зафиксировал два пояса частиц.

НЕИЗВЕСТНАЯ ГОРА В ТИХОМ ОКЕАНЕ

Неизвестная подводная гора обнаружена в Тихом океане, в 175 милях к югу от острова Уэйк, между островом Гавайи и островом Гуам. Вершина ее возвышается не менее чем на 4200 м над ложем океана и находится в 850 м под его поверхностью. Гора была обнаружена научно-исследовательским судном «Пайонир», принадлежащим береговой и геодезической съемке США. Океанограф доктор Роберт Дитц считает, что эта гора, по-видимому, пред-

ставляет собой бездействующий вулкан, некогда возвышавшийся над уровнем моря, но погрузившийся примерно 50 млн. лет назад.

МЕТОДОМ «РАССЕЯНИЯ ВПЕРЕД»

Исследования на американской антарктической станции Мак-Мёрдо включают в себя изучение ионосферы и космических лучей солнечного происхождения методом «рассеяния вперед». Известно, что космические лучи солнечного происхождения имеют тенденцию концентрироваться в районе геомагнитных полюсов. Повышение и понижение их интенсивности вызывает соответственно повышение или понижение уровня ионизации. В Мак-Мёрдо установлено оборудование, с помощью которого ведется наблюдение за точками в нижней части ионосферы, приходящимися посередине между парными приемниками и передатчиками, установленными на поверхности антарктического ледника. Радиоволны высокой частоты, направленные узким пучком, отражаются от слоя ионосферы, нарушенного вторжением космических лучей. При этом происходит рассеяние сигнала в направлении «вперед». Принимаемый рассеянный сигнал становится громче или тише в зависимости от количества ионов, с которыми он вступил в соприкосновение. Эти работы включены в программу МГСС.

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

Коллекционеры космической филателии найдут в нашем журнале сообщения о новых советских и зарубежных почтовых марках и других филателистских материалах, связанных с астрономией, науками о Земле, а также исследованиями космического пространства.

Читатели познакомятся с ранее вышедшими филателистскими материалами по космической тематике и получают рекомендации по коллекционированию.

СОВЕТСКИЕ ПОЧТОВЫЕ МАРКИ 1964 г.

Я. Б. ГУРЕВИЧ

В связи с началом исследований по программе Международного года спокойного Солнца (МГСС) 1 января 1964 г. выпущены три марки. Марка ценой 4 коп. — радиотелескоп на фоне Солнца. Марка в 6 коп. — эмблема МГСС: земной шар, опоясанный орбитой спутника, на фоне Солнца. На марке в 10 коп. изображен на фоне Солнца земной шар с орбитой ИСЗ. Авторы рисунков — коллектив художников Лесегри (Б. Лебедев, Л. Сергеев и М. Гринберг) (рис. 1—3).

Стало традицией отмечать День космонавтики новыми марками с космической тематикой. В 1964 г. эта дата ознаменовалась выпуском трех почтовых марок в двух вариантах: без зубцов и с зубцами. На марке в 4 коп. изображены первые три искусственных спутника Земли, запущенные в 1957—1958 гг. Марка в 6 коп. посвящена рекорду дальности космической радиосвязи, установленному во время полета межпланетной автоматической станции «Марс-1», и имеет рисунок этой станции. Марка в 12 коп. отмечает трехлетие первого в мире космического полета человека. На марке портрет Ю. А. Гагарина и рисунок космического корабля «Восток». Рисунки на этих марках художника Е. Анискина. Марки без зубцов поступили в обращение 10 апреля, а с зубцами — 12 апреля. Рисунки и цвета марок обоих вариантов одинаковы (рис. 4—6).

По многочисленным заявкам коллекционеров Министерство связи СССР 10 апреля выпустило в обращение три марки без зубцов, а 12 апреля — четыре марки с зубцами с изображениями Н. И. Кибальчича, Ф. А. Цандера и К. Э. Циолковского. Марка с зубцами с изображением К. Э. Циолковского выпущена в двух вариантах: на одной из них диск Луны нанесен люминесцентной краской. Цена всех марок по 10 коп. Художник П. Бендель (рис. 7—9).

Люди старшего поколения помнят полет стратонавтов П. Федосеенко, И. Усыскина и А. Васенко в 1934 г. На стратостате «ОСОАВИАХИМ-1» они достигли высоты 22 000 м. Наши советские стратонавты по-



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 5



Рис. 4



Рис. 6

ставили мировой рекорд высоты, но при спуске трагически погибли. В память о их подвиге 10 апреля выпущена марка без зубцов и 12 апреля с зубцами. На ней изображен барельеф с портретами трех отваж-



Рис. 7

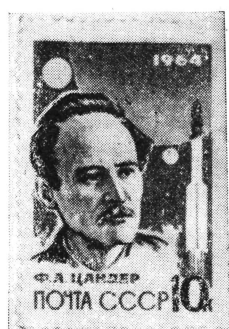


Рис. 8



Рис. 9



Рис. 10

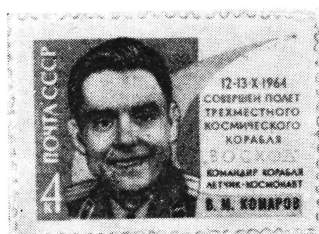


Рис. 11



Рис. 12



Рис. 1



Рис. 14



Рис. 15



Рис. 16

ных стратонавтов и памятник, установленный в Саранске (скульптор А. Письменный). Рисунок на марке художника П. Бенделя, цена 10 коп. (рис. 10).

20 августа Министерством связи СССР выпущен в обращение блок марок с некоторыми итогами побед советских людей в изучении и освоении космоса — от первого искусственного спутника Земли до групповых орбитальных полетов. В блоке шесть марок, каждая по 10 коп. На полях блока надписи: «Слава советскому народу — народу победителю!» и «Путь к звездам прокладывают коммунисты». На марках изображения и надписи с указанием дат событий «Первый искусственный спутник»; «Первый вымпел на Луне»; «Первый снимок обратной стороны Луны»; «Первый человек в Космосе»; «Первый групповой полет»; «Первая женщина в Космосе». Рисунки выполнены коллективом художников Лесегри. 31 октября этот блок был повторен, причем поверхность марок покрыта лаком, что придало краскам большую яркость.

Весь мир был восхищен сообщением о запуске 12 октября 1964 г. в космический полет многоместного корабля-спутника «Восход» с тремя космонавтами на борту. Это грандиозное достижение СССР в деле освоения космического пространства отражено в пяти марках и одной блок-марке. Три марки по 4 коп. с изображением в отдельности на каждой космонавтов В. М. Комарова, К. П. Феоктистова и Б. Б. Егорова поступили в продажу 19 октября; марка в 6 коп. с групповым портретом экипажа «Восход» — 17 октября; марка в 10 коп. с изображением космического корабля «Восход» — 13 октября; блок-марка в 50 коп. с групповым портретом экипажа — 20 ноября. Авторы рисунков марок в 4 коп. и блок-марки — художники Лесегри, марок в 6 и 10 коп. — И. Левин (рис. 11—16).

Филателистская коллекция пополнилась также маркой по астрономии, выпущенной к 100-летию со дня смерти академика В. Я. Струве, первого директора и организатора Пулковской обсерватории. На марке портрет В. Я. Струве; рисунок художника С. Соколова. Цена 4 коп. Дата выпуска — 30 ноября.



ПЛАНЕТОПОДОБНЫЙ СПУТНИК ЗВЕЗДЫ БАРНАРДА

На обсерватории Спрул (США) проведена тщательная обработка почти 2500 снимков «летающей звезды Барнарда», полученных при помощи 24-дюймового рефрактора за 46 лет, с 1916 по 1962 г. Звезда эта, находящаяся в созвездии Змееносца, 9,5 звездной величины, — самая близкая к нам после тройной системы α Центавра. Годичный параллакс ее равен $0'',545$, что соответствует расстоянию 6 световых лет. Название «летающей» звезда получила за то, что у нее наибольшее из известных собственное движение, равное $10'',3$ в год. Ее смещение мо-

жет быть обнаружено даже при сравнении фотографий, разделенных промежутком времени всего в один — двое суток, а за 100 лет оно составит величину, равную половине диаметра лунного диска.

В собственном движении звезды Барнарда обнаружены колебания с периодом в 24 года, вызываемые, вероятно, наличием невидимого спутника, который движется по эллиптической орбите с эксцентриситетом, равным 0,6. Малая амплитуда колебаний (меньше $0'',05$) указывает на то, что масса спутника очень мала.

Сама звезда — красный карлик спектрального класса М 5, светимость ее в 2500 раз меньше солнечной. Приняв массу ее равной 0,15 солнечной, П. ван де Камп получил для большой полуоси орбиты спутника величину 4,42 астрономической единицы (662 млн. км). Это означает, что видимое угловое расстояние спут-

ника от главной звезды в некоторые периоды достаточно велико, чтобы их можно было видеть раздельно на снимках, полученных на обсерватории Спрул. Такое благоприятное положение спутника было в промежутке времени с 1937 по 1947 г., а затем после 1961 г. Однако даже на лучших негативах не заметно никаких следов спутника, что свидетельствует о крайне слабом его блеске.

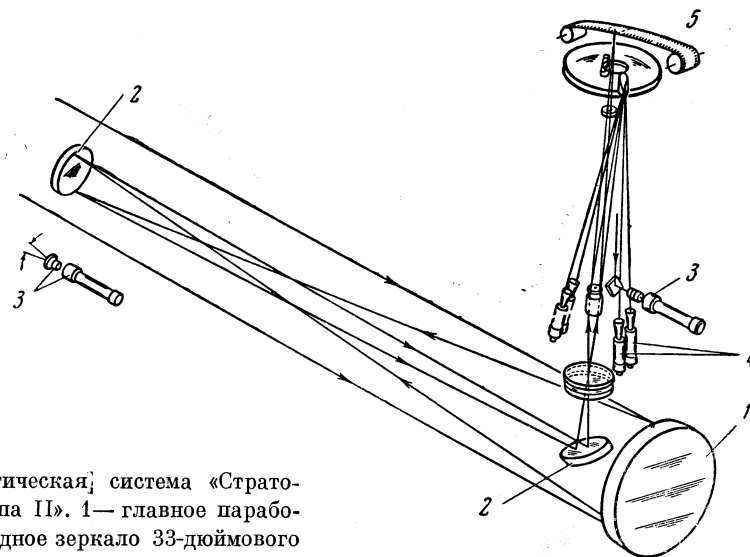
Масса невидимого спутника звезды Барнарда получается равной 0,01 массы главной звезды, или 0,0015 массы Солнца. Из всех этих данных П. ван де Камп делает вывод, что невидимый спутник звезды Барнарда представляет собой планету, масса которой в полтора раза больше массы Юпитера. Орбита его по форме и размерам напоминает орбиту астероида Гидальго в Солнечной системе, но период обращения почти вдвое больше из-за малой массы центральной звезды.

ВСЕЛЕННАЯ ИЗ СТРАТОСФЕРЫ

Известно, что неоднородное строение земной атмосферы, беспорядочные движения атмосферных неоднородностей служат причиной искажения изображения, получаемого с помощью астрономических инструментов. Для уменьшения атмосферных помех астрономические обсерватории строят высоко в горах. Чтобы получить особо четкие изображения небесных объектов предпринимаются попытки фотографировать небо из стратосферы. Так, например, с целью исследования инфракрасного излучения Юпитера, Луны и некоторых звезд в США в ночь с 26 на 27 ноября 1963 г. был вторично успешно запущен аппарат «Стратоскоп II». Полет стратостата продолжался всю ночь. Максимальная высота полета составила около 26 км. Утром аппарат благополучно приземлился. Главная часть его — телескопическая система с большим зеркалом диаметром 90 см, помещенная на борту стратостата. В связи с тем, что температура воздуха в стратосфере очень низкая, до $50-70^\circ$ ниже нуля, зеркало телескопа в полете постепенно остывает, что вызывает нежелательные деформации его оптической поверхности и сопровождается ухудшением изображения. Для уменьшения таких деформаций зеркало «Стратоскопа II» было из-

готовлено из кварца, обладающего весьма малым коэффициентом теплового расширения. Разрешающая способность телескопа — $0'',1$. Телескоп направлялся на объект исследования посредством двух

телевизионных камер, слежение за объектом обеспечивалось системой управления, имевшей точность $0'',02$. Данные наблюдений регистрировались посредством фотокамеры.



Оптическая система «Стратоскопа II». 1 — главное параболическое зеркало 33-дюймового телескопа; 2 — вспомогательное эллипсоидное зеркало; 3 — телевизионные трубки; 4 — фотоумножители; 5 — фотографическое устройство



КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ НАУКИ



В. К. НИЗКОВСКИЙ

Где кончается Земля и начинается космос? Где граница между ними? Ответить на эти вопросы — дело не простое. Кто скажет, что считать границей Земли: ту «воображаемую поверхность, где атмосфера Земли переходит в космическое, межпланетное пространство», или отнести границу до высот, где трепещет водородная «корона» Земли? А может быть, граница Земли определяется протяженностью ее магнитного поля или даже поля тяготения?

Не легче найти и границы космоса на Земле. Солнечное излучение и свет далеких звезд пронизывают атмосферу и достигают земной поверхности, а космические лучи проникают в глубину Земли и в пучины океанов. Потоки же нейтрино, непрерывно идущие от Солнца и других звезд, легко проходят через всю толщу нашей планеты, почти «не замечая» ее.

Выходит, что четких геометрических границ между Землей и космосом не существует. Многие из «космических» явлений отмечаются на Земле, а сама Земля — неотъемлемая часть большого мира, к прямому изучению которого приступил сейчас человек.

«Земля начинается в космосе» — так и назвал свою новую научно-популярную книгу кандидат физико-математических наук М. Г. Крошкин *. Название это означает также, что выход в космос открывает для людей исключительные возможности. Наши обычные, «зем-

ные» интересы зависят от развертывающихся все шире космических исследований. Последние влияют на развитие всех наук, а дальнейший расцвет знаний положительно скажется на многих отраслях промышленности, даже на таких, которые на первый взгляд совершенно не связаны с космосом.

Тема книги — обзор результатов исследований, выполненных за первые годы космической эры с помощью искусственных спутников Земли, космических ракет, автоматических межпланетных станций и пилотируемых кораблей-спутников, и проблем, которые связаны с этими исследованиями. Автор поставил перед собой сложную задачу: в сравнительно небольшой книге доступным для широкого круга читателей языком рассказать, что дали науке космические полеты, что с помощью космических аппаратов удалось узнать нового о нашей планете, об околоземном и межпланетном пространстве, о Луне и Солнце, о возможности жизни во Вселенной, о тех проблемах, которые еще ожидают решения. Скажем сразу, что с этой задачей автору удалось справиться. При этом он не покинул строго научной позиции и не утратил научной объективности при рассмотрении теорий и гипотез, всегда в изобилии возникающих при обнаружении ранее не известных фактов и явлений.

В первом же разделе книги «Небо над планетой — не синее» автор затронул вопросы, которые нередко задают лекторам, пропагандистам и агитаторам: зачем нужны искусственные спутники Земли и другие космические аппараты, что дают их дорогостоящие запуски науке, людям? М. Г. Крошкин ответил на эти злободневные вопросы. Он подчеркнул, в частности, что космические аппараты дали ученым возможность исследо-

* М. Г. Крошкин. Земля начинается в космосе. Изд-во «Советская Россия», М., 1964, стр. 213, цена 42 коп.

вать не только космос, но и изучать Землю. Спутники нужны в первую очередь самой Земле, нужны, чтобы лучше познать планету, а это в свою очередь позволит рациональнее и полнее использовать те сырьевые и энергетические ресурсы, которые предоставила нам природа.

Развитие хозяйства ставит в порядок дня вопрос о лучшем понимании физики атмосферных процессов. Но без космических аппаратов невозможно получить исчерпывающие сведения об атмосфере. Ведь атмосфера хотя и очень разреженная, простирается на сотни и тысячи километров. А достигнуть таких высот не могут ни современные самолеты, ни аэростаты или радиозонды. Не дают исчерпывающей картины верхней атмосферы и широко развитые косвенные методы изучения (наблюдения свечения ночного неба, серебристых облаков, вспышек метеоров, полярных сияний и т. д.). Только искусственные спутники, запускаемые на разные орбиты и снабженные разнообразными приборами, могут дать и уже дают ценные сведения о всей толще атмосферы, стирая одно за другим «белые пятна» в наших знаниях.

Все более актуальными становятся проблемы точного прогноза погоды, а в дальнейшем — активного вмешательства в метеорологические процессы, активного воздействия на них. Это, разумеется, требует проведения широких планетарных исследований. Приборы, установленные на искусственных спутниках Земли, помогают получить точную картину облачных систем, развивающихся циклонов и вооружают метеорологов необходимыми данными для надежного прогноза погоды. Спутники, снабженные оптической аппаратурой, дают возможность получения достоверных и точных сведений о температурах поверхности суши и моря. С помощью спутников мы узнаем о полном потоке энергии, приходящей в атмосферу от Солнца.

В получении этих данных заинтересованы не только метеорологи. Точные знания распределения температур на поверхности всех океанов и морей нужны океанографам и специалистам по термике моря. Эти знания чрезвычайно важны для рыбного промысла. С помощью спутников можно создать также исключительно точную навигационную систему.

Но это далеко не все. Геодезистам спутники помогают уточнять расстояния между различными точками земной поверхности. Спутники дают ценные сведения о форме планеты, о распределении масс в ее недрах. Снабженные магнитометрами спутники позволяют исследовать аномалии магнитного поля, даже определять глубины источников магнитных аномалий. Так, с помощью третьего советского спутника удалось выяснить, что источники мощной Восточно-Сибирской магнитной аномалии находятся на чрезвычайно большой глубине, соизмеримой с глубинами, где расположены источники

основного магнитного поля. Легко представить себе, какие средства были спасены от напрасного расходования на поиски железных руд в этом районе.

Проникновение в космос и проникновение в недра планеты, одновременно происходящие на наших глазах, многое обещают человечеству. Так астрономия, которую иногда считали наукой чисто наблюдательной, становится экспериментальной. Придет время, и человек будет смело вмешиваться в природные процессы, приступит к освоению других небесных тел и начнет полнее использовать могучую энергию Солнца.

Во всех разделах книги — идет ли речь об исследовании Солнца или космических лучей, о магнитном поле Земли или проблемах тяготения, об изучении Луны или о биологических исследованиях в Космосе — автор стремится рассказать читателю, какие перспективы сулит использование того или иного явления в практических целях. В этом отношении большой интерес представляет раздел книги «Космос изучается — космос используется». В нем рассмотрены не только важнейшие практические аспекты исследования и освоения космического пространства, но подчеркивается важность, а значит и необходимость широкого международного сотрудничества в этом деле. Например, создание планетарной службы погоды отвечает интересам всех государств. Естественно поэтому, чтобы оно развивалось на международной основе. Это относится к использованию спутников для связи и ко многим другим проблемам.

Уже в самом начале космической эры наука сделала широкий шаг вперед, перед ней раскрылись новые горизонты. Внушительный вклад в космические исследования внесли советские ученые. При этом ученые опирались на большие возможности, которые предоставили им наши достижения в ракетной технике. Громадные мощности советских ракет позволили осуществлять эксперименты по широкой комплексной программе, что особенно важно для получения сопоставимых физических данных. К тому же советские космические исследования были подчинены исключительно интересам науки, а не военному использованию космического пространства.

Имена советских ученых, внесших свой вклад в исследование космического пространства, не всегда можно найти в научно-популярной литературе. Поэтому следует приветствовать, что М. Г. Крошкин в конце книги поместил специальный раздел «К истории первых открытий», в котором названы имена ряда советских исследователей космического пространства.

Автор перечисляет также ряд печатных работ, что позволяет читателю более подробно познакомиться с экспериментами, поставленными при запусках спутников и космических ракет, с открытиями советских и зарубежных ученых в области исследования космического пространства, с возникающими при этом проблемами.

ВНИМАНИЮ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ!

Всесоюзное астрономо-геодезическое общество может по первому требованию выслать карты звездного неба для наблюдений метеоров. Карты изготовлены в гномонической проекции и позволяют определять радианты метеорных потоков по нанесенным следам метеоров. Карты составлены Е. М. Проскуриной под руководством профессора И. С. Астаповича. Комплект карт (4 листа и сетка для отсчета координат) стоит 1 рубль.

Адрес: Москва, К-9, п/я 1268, ВАГО.

Книги 1965 года

О. А. Мельников. Астроспектроскопия. «Наука». 25 п. л. Издание рассчитано на специалистов-астрофизиков и на научных работников смежных специальностей.

Р. Этей, Р. Томас. Физика солнечной хромосферы. Перевод с английского. «Мир». 25 п. л. Книга посвящена физике солнечной хромосферы — области солнечной атмосферы, отделяющей поверхность Солнца от протяженной солнечной короны.

Межзвездная связь. Сборник статей под ред. А. Дж. У. Камерона. Перевод с английского. «Мир». 20 п. л. Авторы — крупные астрономы, физики и биологи. В статьях подробно рассматриваются интереснейшие проблемы науки: существование внеземных цивилизаций и возможность связи с ними при помощи современной техники, а также проблемы межзвездных полетов.

М. Б. Балк. Элементы динамики космического полета. «Наука». 15 п. л. В книге доступно излагаются простейшие траекторные проблемы космонавтики. Основной текст сопровождается большим числом примеров, упражнений и задач.

А. Паннекук. История астрономии. Перевод с английского. «Наука». 45 п. л. Капитальный труд, освещающий с материалистических позиций историю астрономии с глубокой древности до середины XX века.

Наблюдательные основы космологии. Сборник статей. Перевод с английского. «Мир». 15 п. л. В сборнике изложены методы измерения «красных смещений» далеких галактик, радионаблюдения объектов, удаленных от нас на миллиарды световых лет, и теоретическая интерпретация этих наблюдений.

К. Ульрих. Ночи у телескопа. Перевод с немецкого «Мир». 12 п. л. Известный популяризатор знакомит читателя с созвездиями и наиболее интересными объектами на небе, с общим планом строения звездной Вселенной и с первыми наблюдениями с биноклем или простейшим телескопом.

Е. Паркер. Динамические процессы в межпланетной среде. Перевод с английского. США. «Мир». 15 п. л. Книга посвящена динамике межпланетной среды на основе данных о «солнечном ветре» и представляет большой интерес для специалистов по физике плазмы, космическим лучам для геофизиков, астрофизиков и гелиофизиков, а также студентов перечисленных специальностей.

Методика сейсморазведки. «Наука». 15 п. л. Книга рассчитана на геологов и геофизиков.

В. Вайскопф. Знание и чудо. Перевод с английского. «Наука». 15 п. л. В книге подводится итог всем основным результатам современного естествознания — астрономии, геологии, физики, химии, биологии и эволюционного учения, начиная с образования звезд и

туманностей и кончая развитием человеческого интеллекта.

Справочник по геофизике. Перевод с английского. «Наука». 50 п. л. Справочник рассчитан на метеорологов, геофизиков, радиофизиков, а также на научных и инженерно-технических работников в области авиации и космонавтики.

Преподавание астрономии в школе. Сборник статей под ред. Б. А. Воронцова-Вельяминова. «Просвещение». 20 п. л.

И. В. Кожеуров. Элементы космонавтики в курсах физики и астрономии в школе. «Просвещение». 6 п. л.

Астрономический календарь на 1966 г. Под ред. П. И. Бакулина. «Наука». 15 п. л. Ежегодник, рассчитанный на участников астрономических кружков, любителей астрономии, преподавателей средних школ, студентов.

И. Д. Новиков, В. А. Шишаков. Самодельные астрономические инструменты и наблюдения с ними. «Наука». 7 п. л. Авторы дают советы любителям астрономии, строящим простейшие телескопы-рефракторы и угломерные инструменты.

В. А. Шишаков, М. М. Дагаев. Школьный астрономический календарь на 1966 г. «Просвещение». 4 п. л.

А. В. Гутчин. Кибернетика и космические корабли. «Знание». 2 п. л. Брошюра посвящена проблеме использования кибернетических машин для создания космических кораблей и рассчитана на массового читателя.

Б. М. Понтекоров. Физика нейтрино. «Знание». 2 п. л. Автор — известный советский ученый высказывает интересную мысль о создании подземных нейтринных астрономических обсерваторий, где можно будет наблюдать ядерные реакции, в которых зарождается эта удивительная частица.

О. А. Антонова. Четвертое измерение. «Знание». 3 п. л. Эта брошюра посвящена разоблачению теологических измышлений и рассчитана на пропагандистов-антирелигиозников и широкие круги читателей.

В. А. Бугаев. Явления природы и суеверия. «Знание». 3 п. л. О том, как люди научились с помощью вычислительных машин не только объяснять явления, происходящие в природе, но и изменять их, интересно рассказывается в этой брошюре.

В. И. Левантовский. Небесная баллистика. «Знание». 6 п. л. Книга знакомит читателя с основными положениями и выводами новой научной дисциплины, лежащей в основе теории космического полета, и доступна слушателям народных университетов и всем интересующимся вопросами космических полетов.



(К стр. 66)

Самолет вступает в каждый часовой пояс в 12 часов и пролетает в течение часа. На линии смены даты, которую самолет пересекает в 12 часов 30 минут, происходит смена даты с 28 февраля на 1 марта. Самолет приземлился в 12 часов 1 марта по московскому времени. Самому пассажиру показалось бы, что дата осталась прежней, так как Солнце все время было бы у меридиана.

При полете на восток самолет оказывается в местностях, где время в каждом поясе на час больше. Поэтому на границе между восьмым и девятым поясами будет

уже полночь с 28 февраля на 1 марта. Однако при пересечении линии смены, дата вновь меняется с 1 марта на 28 февраля. Наконец, при пересечении границы между двадцатым и двадцать первым поясами (в полночь) опять наступит 1 марта. Самолет приземлится в 12 часов 1 марта по московскому времени.

(К стр. 80)

Кроме двенадцати известных зодиакальных созвездий, через которые проходит эклиптика, есть еще тринадцатое созвездие, в котором бывает Солнце. Это созвездие называется Змееносец. При годичном движении Солнце находится в южной части этого созвездия почти месяц — с конца ноября до второй половины декабря.

(К стр. 80)

Сerp Луны, обращенный выпуклостью вправо, несомненно, вы видели чаще, так как в такой фазе Луна наблюдается по вечерам и обычно четко выделяется на темнеющем небе. Лунный же серп, обращенный выпуклостью влево, может наблюдаться только ранним утром, обычно незадолго до восхода Солнца, т. е. в часы суток, когда многие еще спят. После же восхода Солнца утренний лунный серп с трудом различается на фоне светлого неба.

(К стр. 83)

Точки земного шара, у которых широта $\pm 90^\circ$, — это географические полюсы: Северный и Южный.

Научно-популярный журнал

«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Орган секции физико-технических и математических наук

Президиума Академии наук СССР

и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ

Зам. главного редактора доктор физ.-мат. наук И. А. ХВОСТИКОВ

Ответственный секретарь Е. П. ЛЕВИТАН

Кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, доктор техн. наук А. А. ИЗOTOV, кандидат физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, кандидат физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, кандидат техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, академик В. Г. ФЕСЕНКОВ

Художественный и технический редактор В. Ф. Ситникова

Адрес редакции: Москва, В-333, Ленинский пр., 61
Тел. АБ7-78-14

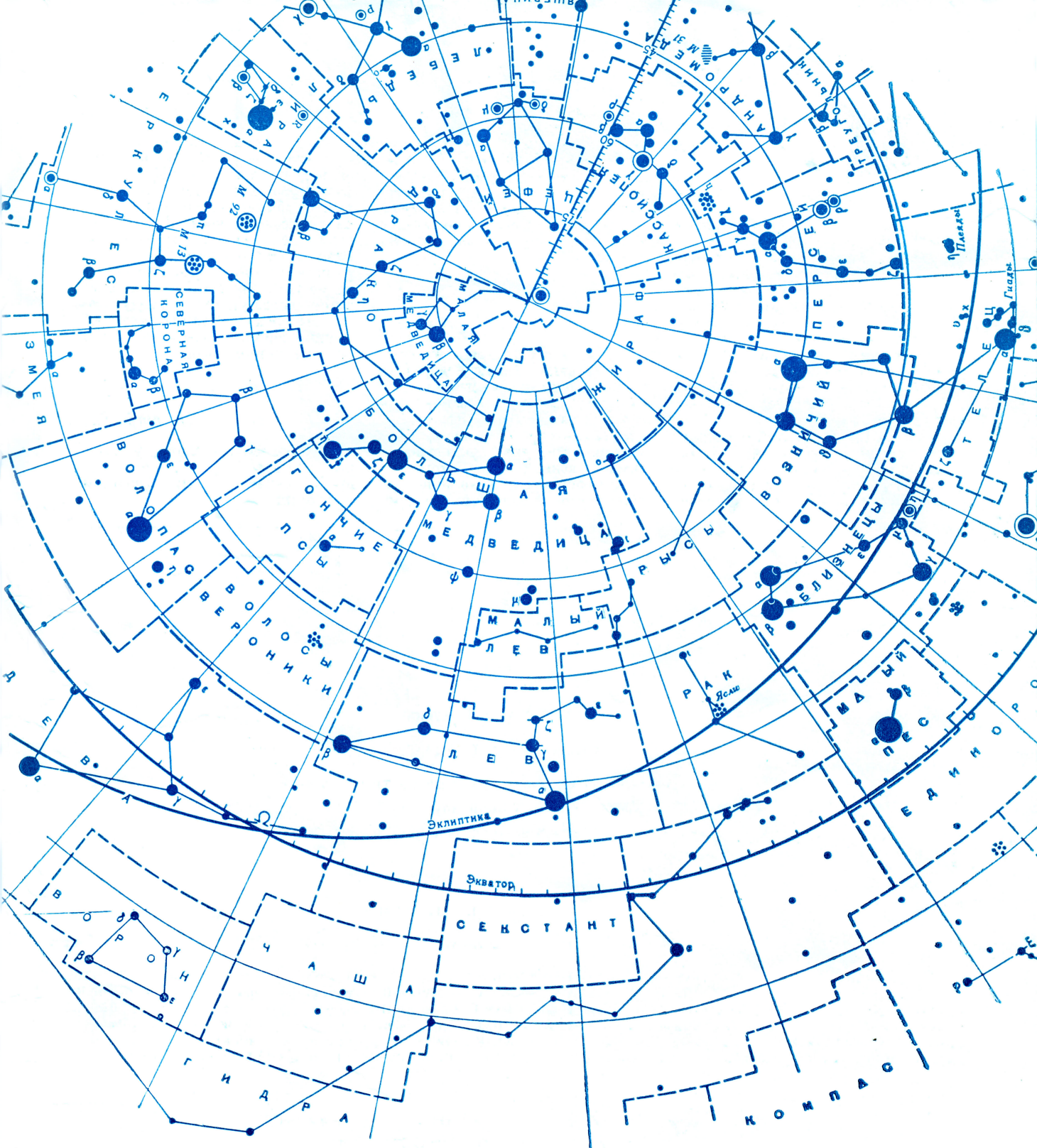
Т-06111.

Подписано к печати 19/IV 1965 г.

Тираж 20000 экз.

Заказ № 1957. Бум. л. 3 Формат бумаги 84×108¹/₁₆. Печ. л. 10,8+1 вклейка. Уч.-изд. л. 11,3

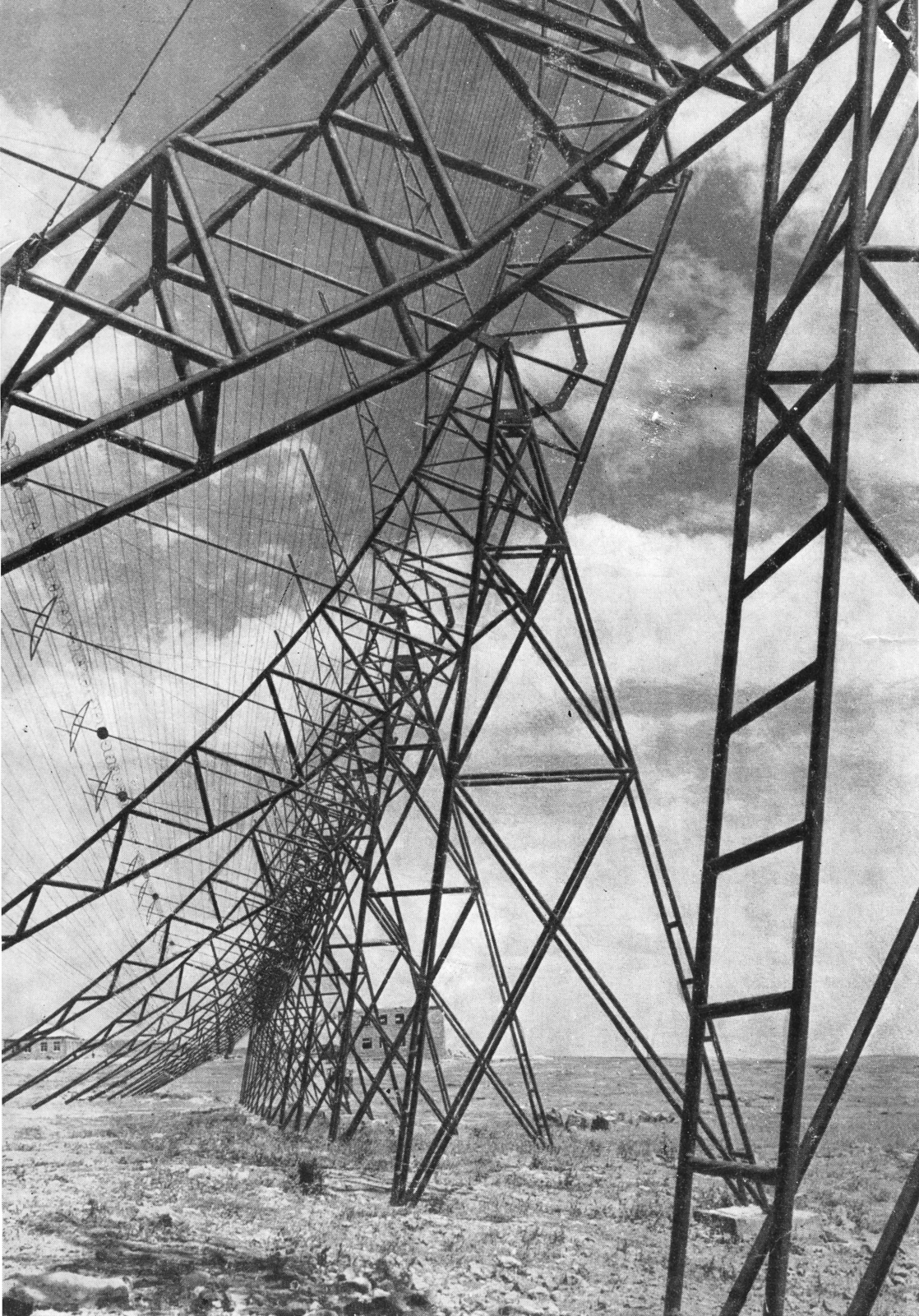
2-я типография издательства «Наука», Москва, Г-99, Шубинский пер., 10



Апрель 1965

Видимость планет

Марс — хорошо виден в первую половину ночи (со-
звездие Льва)
Юпитер — вечерняя видимость (созвездие Тельца)
Уран — доступен наблюдением в бинокль почти всю
ночь (созвездие Льва)



Цена 30 коп.

Индекс
70336



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКА»

Подписка на журнал «ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ» продолжается